



GEOPLANET

Geologia Applicata, Geotecnica, Idrogeologia, Geologia Ambientale,
Pianificazione Territoriale, Percorsi geologico-storico naturalistici

Via Edison 18/a; 23875 Osnago (Lc)

Via Olgiasca n. 8 23823 – Colico (LC) tel/fax 0341/931962

tel cell 338-2195909 E – Mail studiogeoplanet@libero.it

PEC studiogeoplanet@epap.sicurezza postale.it C.F. e P.IVA: 02594240133



COMUNE DI VEDANO AL LAMBRO

Provincia di Monza e della Brianza

DOCUMENTO DI PIANO

Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale



**Aggiornamento ai sensi della L.R. 12/05
della D.G.R. IX/2616 DEL 30.11.2011 e della D.G.R.
30.3.2016 N. X/5001**

COLLAZIONATO SUCCESSIVAMENTE ALLA DELIBERAZIONE C.C. N.40 DEL 18/08/2021

COMPONENTE SISMICA

NOVEMBRE 2021

Dott. Geologo Maurizio Penati

Dott.ssa Geologo Marialuisa Todeschini



INDICE

1. PREMESSA	2
2. CENNI SULLA SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE E ATTIVITA' SISMICA E ELEMENTI NEOTETTONICA E STRUTTURALI	5
3. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	20
<i>3.1 Riferimenti normativi nazionali</i>	20
<i>3.2 Aspetti normativi e metodologici regionali</i>	22
<i>3.3 Definizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL)</i>	23
<i>3.4 Condizioni topografiche</i>	26
4. SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E RELATIVI EFFETTI	27
<i>4.1 Procedure per l'analisi della sismicità del territorio e la redazione della carta della pericolosità sismica locale</i>	29
5. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE	31
6. PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	35
<i>6.1 Inquadramento stratigrafico</i>	35
<i>6.2 Aree con presenza di cavità nel sottosuolo</i>	54
<i>6.3 Pericolosità da liquefazione</i>	56
<i>6.4 Soggiacenza della falda</i>	57
7. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE DEL COMUNE DI VEDANO AL LAMBRO (D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 - N.9/2616)	59
8. SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	59
9. ANALISI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE	67
10. NORMATIVA PER LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)	71

Allegati al testo

TAVOLA 1 – Carta della pericolosità sismica locale

1. PREMESSA

Con l'entrata in vigore della “**Legge per il Governo del Territorio**” (L.R. 12/2005 e successive modifiche ed integrazioni) si è modificato l'approccio alla materia urbanistica passando da concetti pianificatori a concetti di Governo del Territorio, secondo il quale i diversi livelli di pianificazione si devono integrare armonicamente anche mediante l'approfondimento di singole tematiche territoriali in funzione della sostenibilità ambientale delle scelte pianificatorie da effettuare. La pianificazione comunale si concretizza attraverso il Piano di Governo del Territorio (PGT), che definisce l'assetto del territorio comunale ed è articolato nei seguenti atti:

- il documento di piano;
- il piano dei servizi;
- il piano delle regole.



Ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05, nel Documento di Piano del PGT deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a); ai sensi dell'art. 10 della stessa legge, nel Piano delle Regole deve essere contenuto quanto previsto dall'art. 57, comma 1, lettera b, in ordine all'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonchè alle norme e prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate.

La D.G.R. 8/1566 del 22 dicembre 2005 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, a sua volta, ha definito gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei Comuni secondo quanto stabilito dalla Legge 11 marzo 2005.

Con l'emanazione della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n.12” approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, i criteri ed indirizzi per la stesura degli studi geologici vengono aggiornati e integrati essenzialmente a seguito dell'approvazione del D.M. 14 gennaio

2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n.30 ed entrato in vigore il 6 marzo 2008, e della L. 28 febbraio 2008, n. 31 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 2007”, n. 248, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria”, pubblicata sulla G.U. n. 51 del 29 febbraio 2008.

I criteri sopracitati sono stati ulteriormente aggiornati con D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 - Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio n. 8/7374 che ha apportato aggiornamenti essenzialmente sul tema delle ripermetrazioni delle aree in dissesto, conseguenti alla realizzazione di opere di difesa del suolo e di studi di dettaglio, e sul tema dei vincoli derivanti dal Piano Territoriale Regionale.

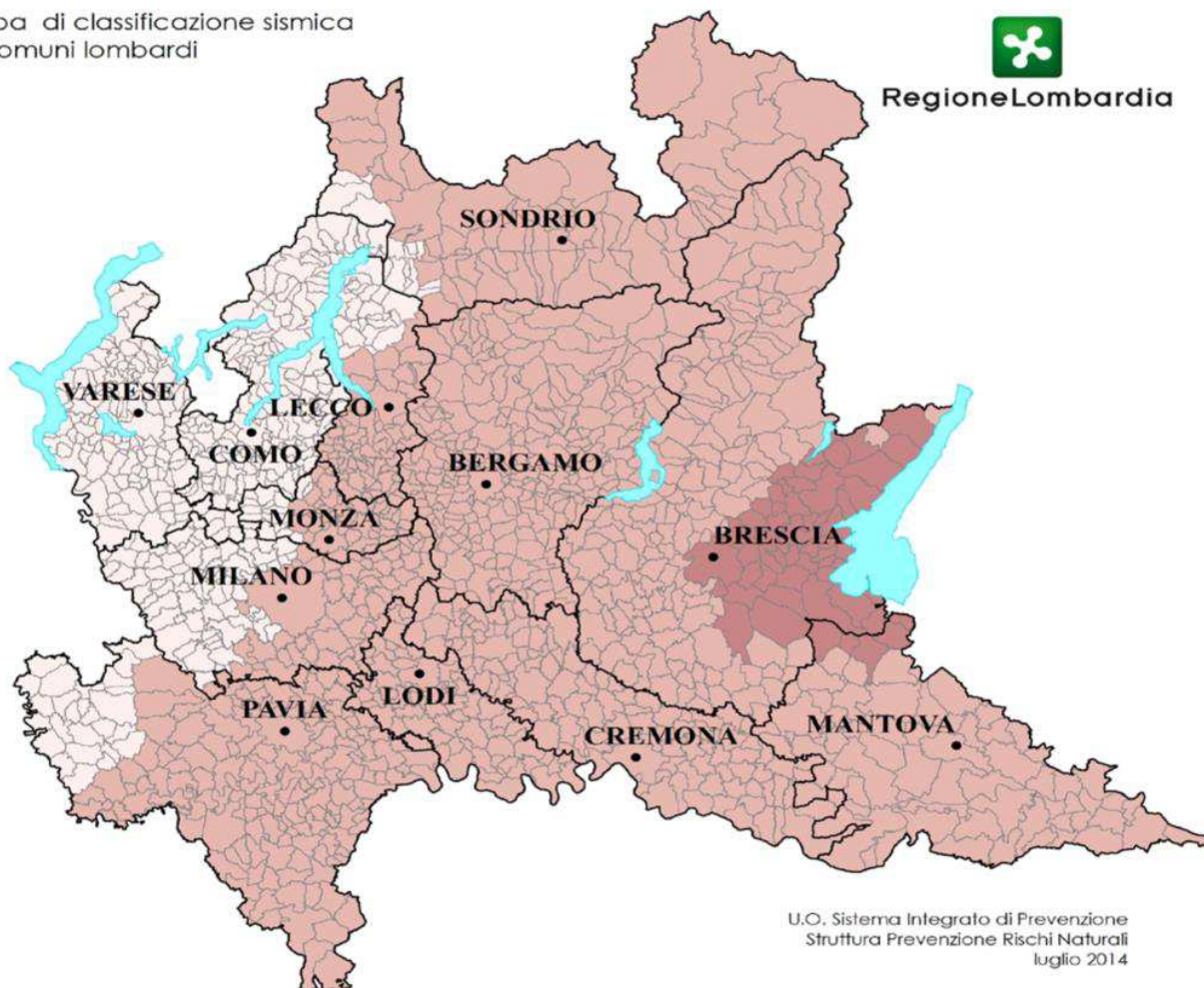


Tali normative modificano rispettivamente la sostanza dell’approccio alla tematica della difesa sismica e le relative modalità di applicazione.




In particolare, la definizione della pericolosità sismica locale si rende necessaria a seguito della entrata in vigore della classificazione sismica del territorio nazionale contenuta nell’OPCM 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”, nell’OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento delle medesime zone”. La successiva emanazione del Voto n. 36 del 27 luglio 2007 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale” stabilisce le direttive di attuazione alla nuova zonazione sismica su reticolo di riferimento in coordinamento con i procedimenti presenti nel nuovo Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Con la D.G.R. 11/07/2014 – n. X/2129 la Regione Lombardia definiva una nuova classificazione sismica inserendo il comune di **Vedano al Lambro in zona sismica 3**.

Mappa di classificazione sismica
dei comuni lombardi



Zone di classificazione sismica dei comuni ai sensi dell'Ord. PCM 3274 del 20 marzo 2003.

	n°comuni
zona 4 	446
zona 3 	1028
zona 2 	57

L'approvazione del complesso delle nuove direttive e normative in tema di pianificazione territoriale ha comportato l'esigenza dell'adeguamento dello strumento urbanistico e la conseguente necessità di un completo aggiornamento/revisione dell'esistente studio geologico del territorio comunale di Vedano al Lambro.

La presente stesura degli elaborati cartografici e delle note illustrative ha seguito le indicazioni e le prescrizioni della D.G.R 30 novembre 2011 – n. IX/2616.

2. CENNI SULLA SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE E ATTIVITA' SISMICA E ELEMENTI NEOTETTONICA E STRUTTURALI

L'organizzazione delle attività per la stesura del presente studio geologico ha comportato una prima fase di analisi che si è attuata tramite:

- sistematica raccolta dati ed informazioni presso Enti di competenza (Regione Lombardia, Provincia di Milano, AGAM Monza, Ufficio Tecnico Comunale, etc.) inerenti le varie tematiche ambientali;
- rilievi diretti in campo;
- consultazione del Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia (SIT) disponibile on-line, acquisendo tutte le informazioni utili relativamente all'uso del suolo e agli aspetti prettamente geologici e idrogeologici (GeoIFFI, SIBA, SIBCA);
- consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Monza e Brianza (approvato con Deliberazione Consiliare n.16/2013 il 10 luglio 2013) disponibile on-line;
- Consultazione della Carta del Dissesto idrogeologico e Carta inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia (Luglio 2002);
- approfondimento in prospettiva sismica dei caratteri geotecnici tramite rielaborazione del complesso dei dati relativi alle indagini geognostiche messi a disposizione dall'U.T. di Vedano al Lambro; tale attività è stata finalizzata alla definizione delle aree omogenee a seguito della introduzione di una specifica parametrizzazione geotecnica.



Per quanto riguarda gli elaborati di inquadramento (clima, geologia, geomorfologia e idrogeologia) è stata utilizzata come base lo studio geologico di Novembre 2010 provvedendo ad un aggiornamento basato principalmente su dati e studi reperiti nella bibliografia professionale, universitaria e presso gli Uffici Tecnici comunali.

Da dati bibliografici, l'area comunale nel suo complesso risulta caratterizzata da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del VI° - VII° della scala Mercalli (si vedano rispettivamente le Figure tratte da):

- "Carta sismica d'Italia per il periodo 1893 - 1965 con le aree di massima intensità" alla scala 1:1.000.000 a cura di E. Iaccarino per il Comitato Nazionale Energia Nucleare - Gruppo Attività Minerarie; Boschi E., Favali P., Scalera G. & Smeriglio G. (1995)

- Massima intensità macrosismica risentita in Italia. Carta scala 1:1.500.000, Istituto Nazionale di Geofisica.

Analisi condotte (Molin D., Stucchi M. & Valensise G., 1996 - Carta delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Lombardia. "Sicurezza - 96" - Milano Fiera, 26-30/11/96 – Fig. 4) includono il territorio comunale di Vedano al Lambro tra le aree a pericolosità sismica di classe C e rappresentate da comuni in cui l'intensità massima dei sismi non ha superato in passato il VI della scala MCS, dove gli effetti massimi attesi consistono in forti scuotimenti e possibilità di danni occasionali di lieve entità.

Come anticipato, nella riclassificazione sismica (D.G.R. 11/07/2014 – n.X/2129), il comune di Vedano al Lambro ricade in zona sismica 3.

Si osserva infatti come i maggiori terremoti lombardi si siano sviluppati nella zona bresciana, mentre nell'area milanese gli eventi tellurici hanno sviluppato una magnitudo poco rilevante ed hanno risentito indirettamente dell'attività sismica dei comparti sismogenetici confinanti (aree appenniniche e zona bresciana in particolare).

Per quel che attiene all'aspetto sismo tettonico, la zona in studio ricade in un ambito caratterizzato (M.S. Barbano et al., 1982) da uno spessore crostale dell'ordine dei 25-30 Km e da una sismicità bassa. Infatti in tale porzione della Lombardia l'attività sismica è da considerarsi ovunque scarsa.

Tutto ciò trova giustificazione, dal punto di vista geologico, nella collocazione del territorio in esame all'interno di una vasta area caratterizzata da un notevole spessore di depositi alluvionali, che è stata interessata in passato da fenomeni di sollevamento modesti e pressoché continui nel Pliocene e in parte nel Pleistocene inferiore, a cui sono succeduti deboli sollevamenti.

Va inoltre fatto notare che l'area su cui ricade il territorio comunale, pur trovandosi a distanza piuttosto modesta rispetto a strutture sepolte della pianura o del pedemonte, alcune delle quali si ritiene non abbiano ancora raggiunto un assetto tettonico definitivo, non risulta comunque direttamente interessata da alcuna di esse.



Ulteriori annotazioni sui sismi dell'area vasta considerata sono riportate nelle tabelle allegate, desunte da:

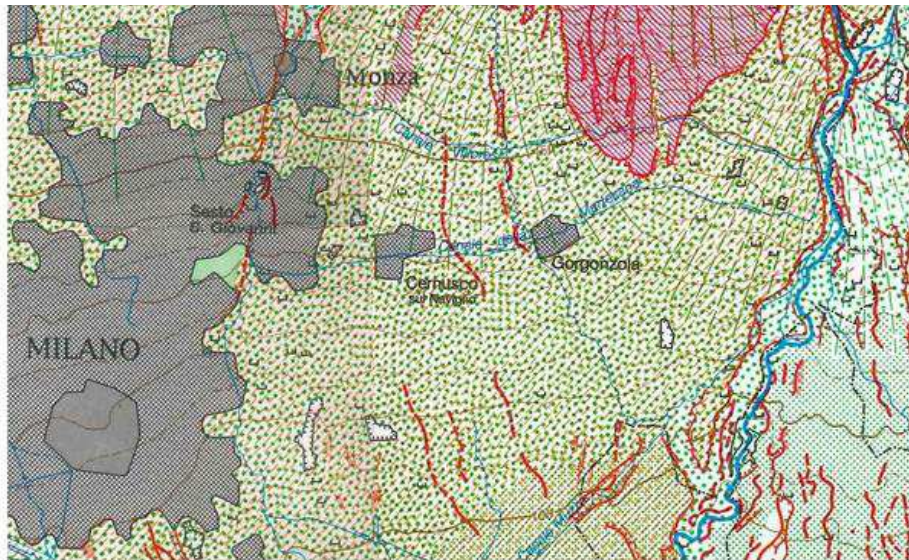
- catalogo dei terremoti al di sopra della soglia del danno della zona sismogenetica 9;
- osservazioni sismiche disponibili estratta da «DOM4.1, un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno» - aggiornamento luglio 1997 - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (Monachesi e Stucchi);

Stralcio tratto da:
“CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PIANURA PADANA” 1997
 (Scala 1: 250.000)



Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica

Coordinamento: Castiglioni G.B.


con la collaborazione di: Bondesan A., Bondesan M., Cavallin A., Gasperi G., Persico A.
 Progetto Scientifico: Castiglioni G.B., Biancotti A., Bondesan M., Castaldini D., Ciabatti M.,
 Cremaschi M., Favero V., Pellegrini G.B. e contributi di: Cavallin A., Elmi C., Gasperi G..



IDROGRAFIA
HYDROGRAPHY


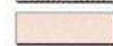







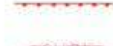


-  Corso d'acqua.
River bed.
-  Letto di fiume torrente a canali intrecciati, inondato saltuariamente.
Braided river bed, occasionally inundated.

FORME DI ACCUMULO GLACIALE
LANDFORMS OF GLACIAL DEPOSITION


-  Complessi di colline moreniche e depressioni intermoreniche (area non rilevata in dettaglio per questa carta).
Complexes of morainic ridges and intermorainic depressions (area not surveyed in detail for this map).

FORME E DEPOSITI FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI, FLUVIOLACUSTRI
FLUVIAL, GLACIOFLUVIAL AND FLUVIOLACUSTRINE FORMS AND DEPOSITS

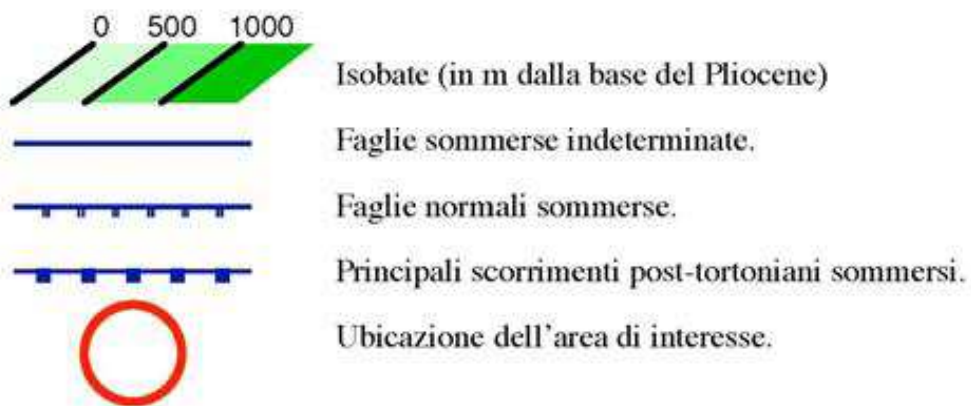
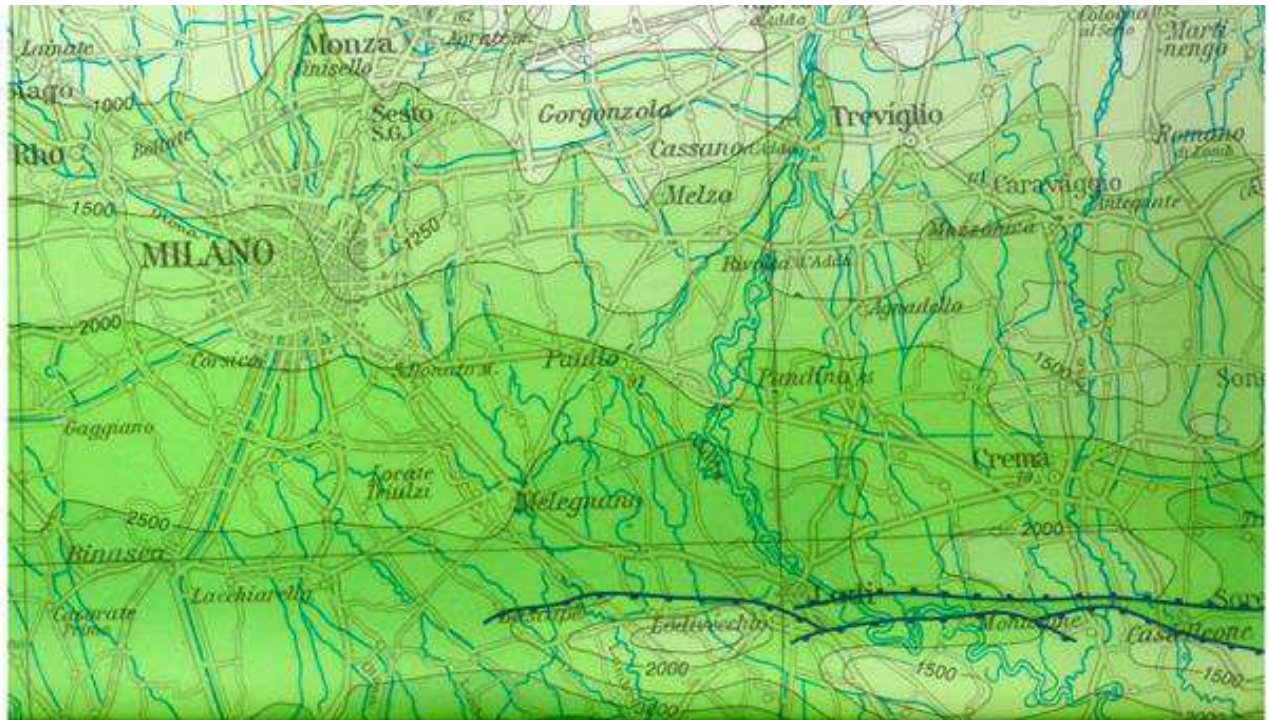
- Tratti di pianura alluvionale distinti secondo la natura dei sedimenti superficiali prevalenti.
- Alluvial plain, according to nature of prevailing surface lithology mainly:
-  a - ghiaiosi;
gravelly.
 -  b - sabbiosi;
sandy.
 -  c - limosi ed argillosi.
silt and clay.
 -  Torba.
Peat.

-  Coltri di alterazione superficiale (suoli con orizzonte B rubefatto, suoli antichi e poligenetici).
Weathering mantle (soils with rubified B horizon, old and polygenetic soils):
-  a - fino a 1 m di profondità;
up to 1 m thick.
-  b - oltre 1 m di profondità;
more than 1 m thick.
-  Superficie di spianamento, glacis d'erosione e glacis coperti, glacis dissecati.
Planation surface, erosional glacis, covered glacis, dissected glacis.
-  Concode alluvionale o fluvio-glaciale:
Alluvial or fluvio-glacial fan:
-  a - pendenza > 20%;
> 20% slope.
-  b - pendenza 10-20%;
20-10% slope.
-  c - pendenza < 10%;
< 10% slope.
-  a - altezza < 5 m;
< 5 m high.
-  b - altezza 5-20 m;
5-20 m high.
-  c - altezza > 20 m;
> 20 m high.
-  Tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati, estinti.
Widespread traces of abandoned braided streams.

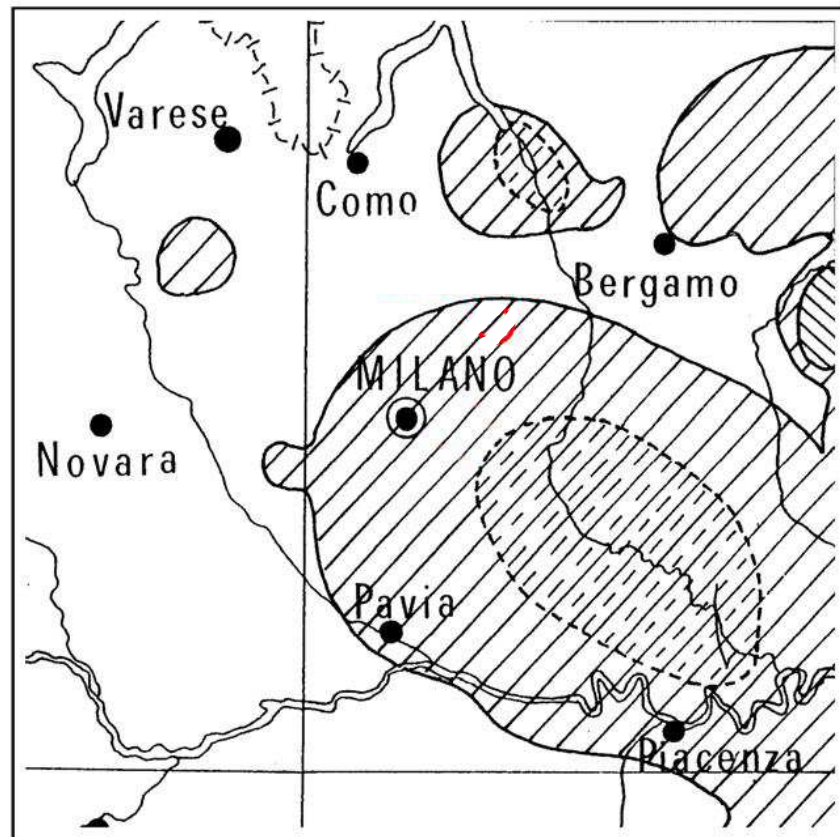
FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA
FORMS AND DEPOSITS OF AEOLIAN ORIGIN

-  Copertura di loess. a, b - associata a coltri di alterazione.
Loess cover. a, b - associated with weathering mantles.




Stralcio tratto da:
“MODELLO STRUTTURALE D'ITALIA”
 (Scala 1: 500.000)
 C.N.R. “Progetto finalizzato geodinamica” - Dir.: Barberi F.,
 “Sottoprogetto Modello strutturale tridimensionale” - Resp.: Scandone P.
 Coord.: Bigi G., Cosentino D., Parotto M., Sartori R., Scandone P.



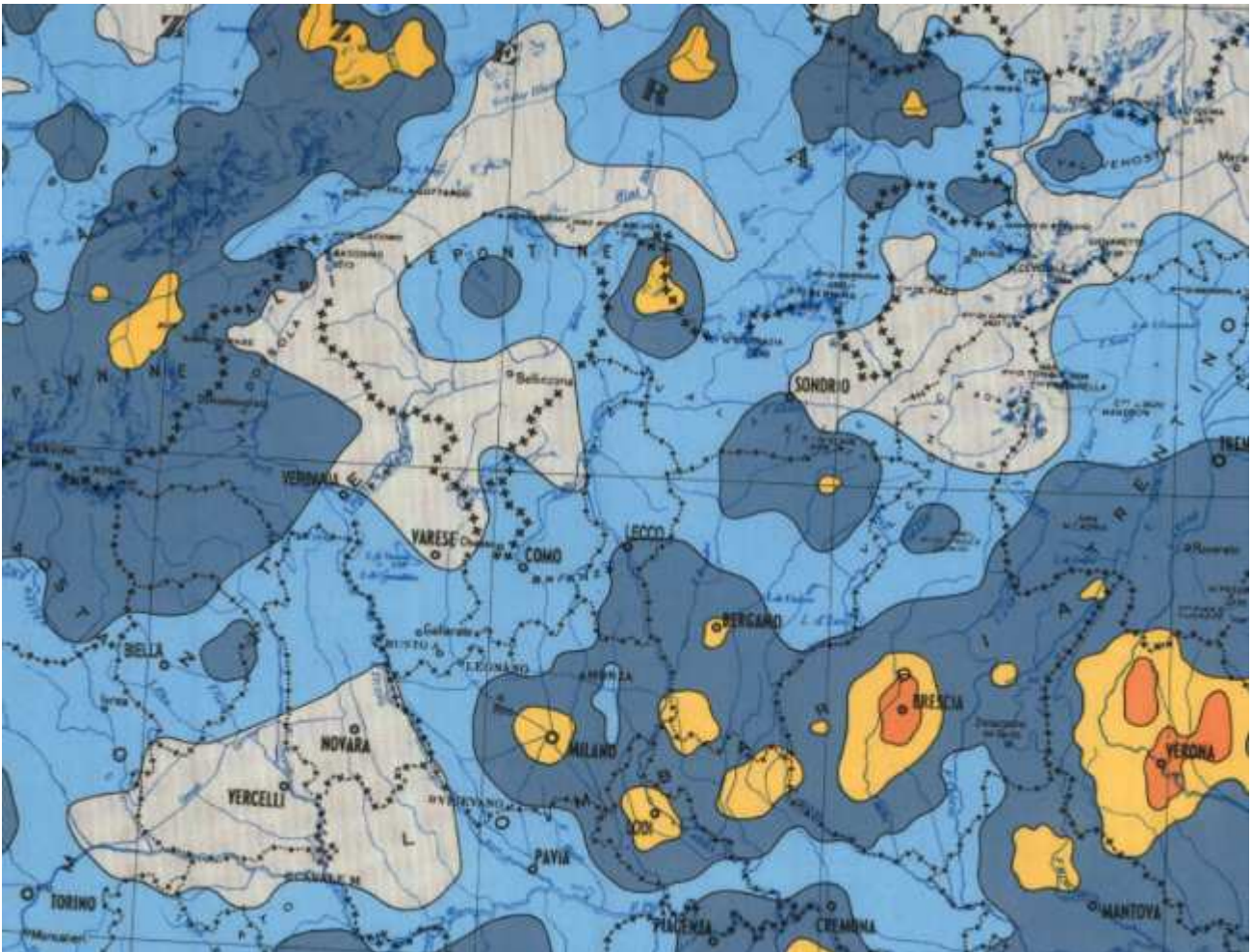
Stralcio tratto da:
**"CARTA SISMICA D'ITALIA PER IL PERIODO 1893-1965
 CON AREE DI MASSIMA INTENSITÀ"**
 (Scala 1:1.000.000)
 a cura di: E. Iaccarino - COMITATO NAZIONALE ENERGIA NUCLEARE
 GRUPPO ATTIVITÀ MINERARIE



LEGENDA






-  Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° grado della Scala Mercalli.
-  Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° - VII° grado della Scala Mercalli.
-  Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VII° grado della Scala Mercalli.

Stralcio tratto da:
"MASSIMA INTENSITÀ RISENTITA IN ITALIA" 1995
 (Scala 1:1.500.000)
 a cura di: C.N.R. ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA



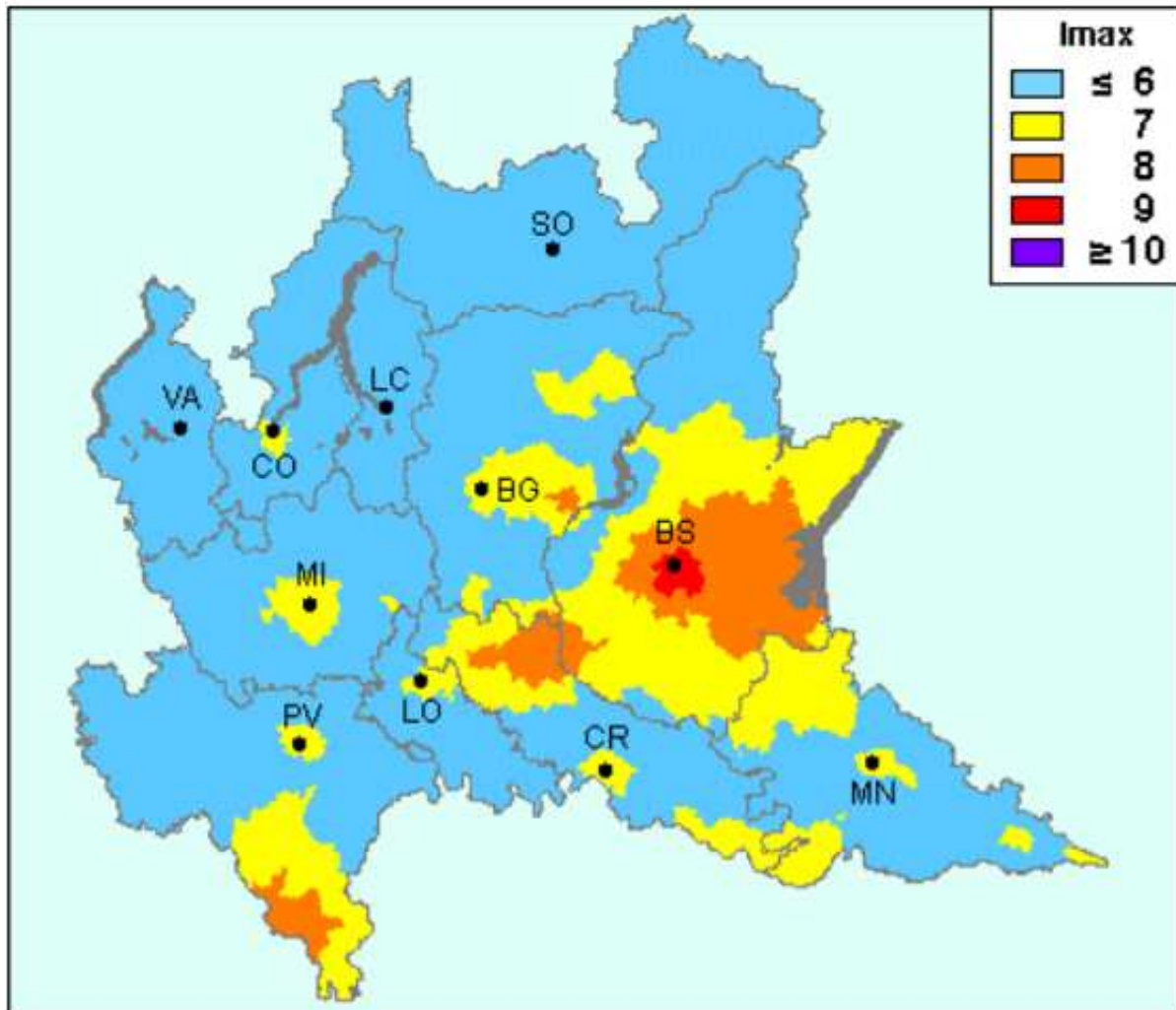
LEGENDA

Intensità espresse in scala M.C.S.

	Inferiore al VI grado <i>Less than VI degree</i>
	VI grado <i>VI degree</i>
	VII grado <i>VII degree</i>
	VIII grado <i>VIII degree</i>
	IX grado <i>IX degree</i>

**MASSIME INTENSITÀ MACROSISMICHE OSSERVATE
NEI COMUNI DELLA REGIONE**
valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT
e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA

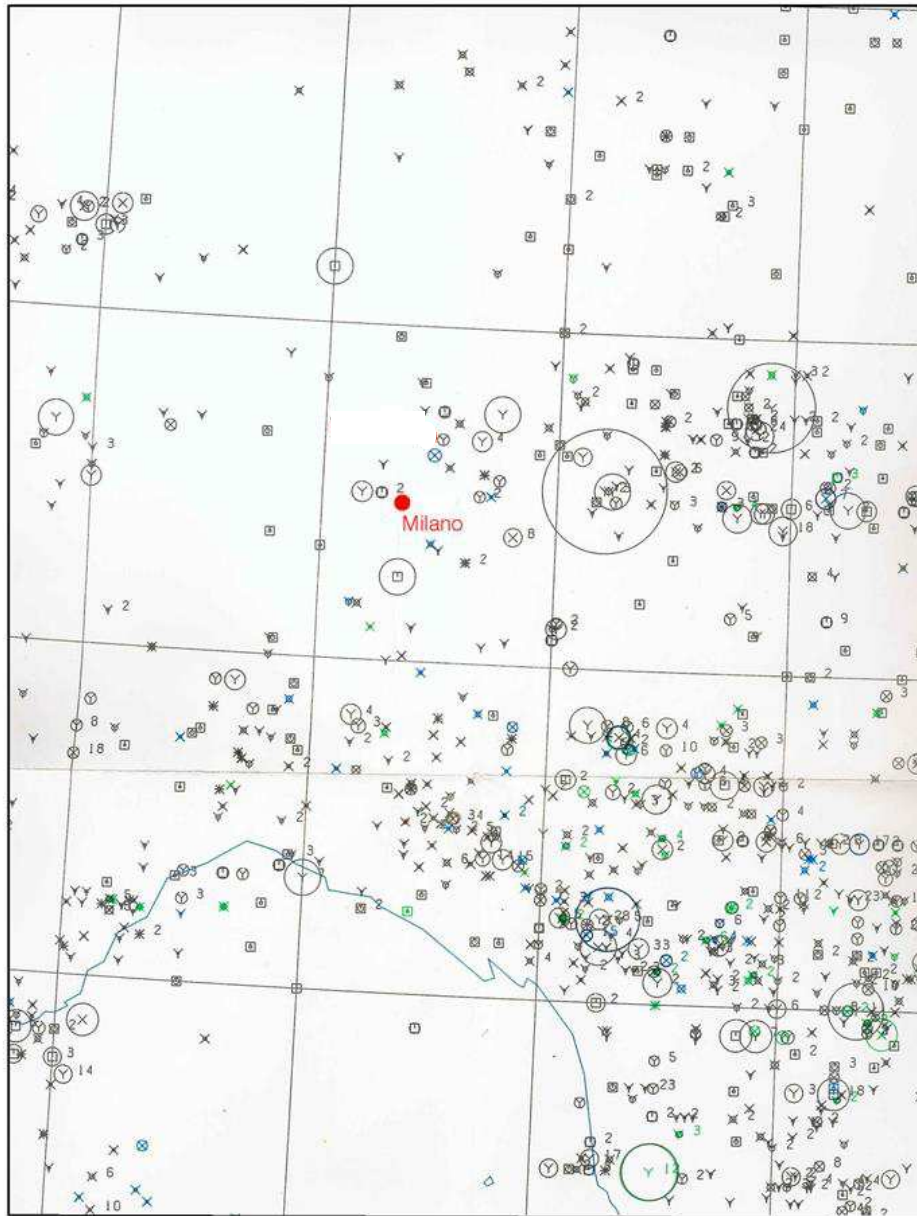
Elaborato per il Dipartimento della protezione Civile (Molin, Stucchi, Valensise)



EVENTI CON INTENSITÀ \geq IV-V (ML \geq 3.5)

CARTA DEGLI EPICENTRI

P. GASPERINI - M. LIGI - D. POSTPISCHL



Legenda

— Gli epicentri sono rappresentati per mezzo di cerchi il cui raggio è definito dal raggio della sfera del volume focale calcolato secondo la relazione di Bath e Duda (1964).

— La profondità (h) del fuoco è indicata per mezzo di diversi colori:

- h \leq 5 Km
- 5 \leq h \leq 25 Km
- 25 \leq h \leq 60 Km
- h \geq 60 Km

Nel caso di terremoti che si sono ripetuti nello stesso luogo in periodi di tempo diversi può capitare che i diversi periodi sismici abbiano interessato diverse classi di profondità. Per evitare ambiguità e confusioni grafiche si è stabilito di rappresentare il focolaio sismico con il colore e il raggio che competono al terremoto a cui corrisponde la massima intensità; si hanno poi cerchi concentrici con raggi che decrescono di 0,5 mm con colori corrispondenti alle altre classi di profondità interessate. Il numero totale di eventi che nel catalogo interessano lo stesso focolaio sismico viene indicato a lato del simbolo centrale.

Il colore del simbolo centrale è ancora quello che compete all'evento di massima intensità della sequenza di terremoti coincidenti, e il simbolo centrale è scelto in relazione alla classe di attendibilità della localizzazione epicentrale.

In particolare i simboli utilizzati sono i seguenti:

- * attendibilità della localizzazione inferiore a 10 Km
- X attendibilità della localizzazione inferiore a 25 Km
- Y attendibilità della localizzazione inferiore a 50 Km
- attendibilità della localizzazione superiore a 50 Km



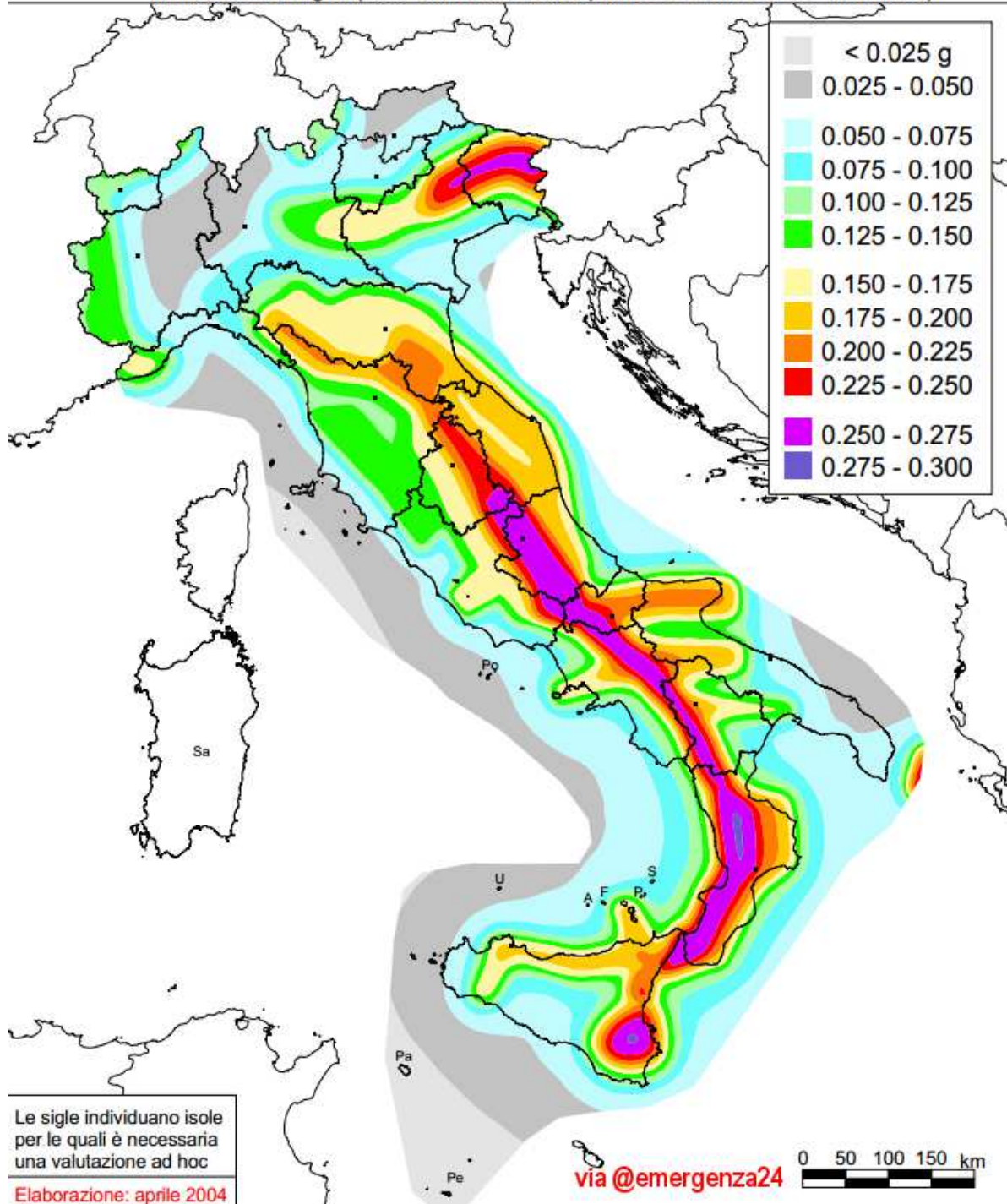
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

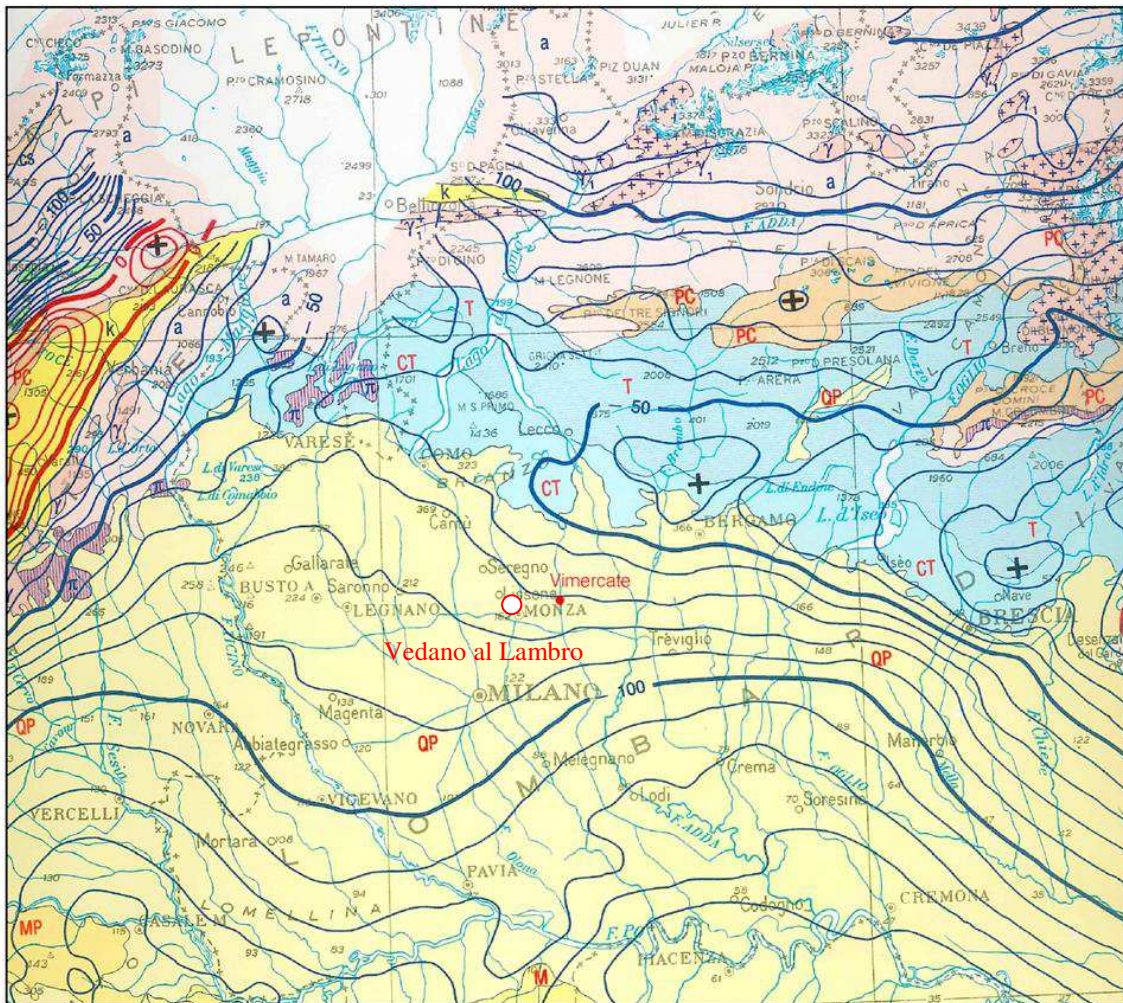
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{S30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)




SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA
 ORGANO CARTOGRAFICO DELLO STATO



Carta Gravimetrica

ISOANOMALE DI BOUGUER
 (Equidistanza: 10 mgal)

DENSITÀ DI MISURA

- 1 staz./km² in pianura;
- 0,7 staz./km² in aree appenniniche e del mare Adriatico;
- 0,1 staz./km² in aree alpine e del mare Tirreno;

+100	Anomale gravimetriche positive
-30	Anomale gravimetriche negative
+	Massimi gravimetrici
-	Minimi gravimetrici

QUOTA DI RIFERIMENTO: livello del mare.
 GRAVITÀ NORMALE = $978,049 (1 + 0,0052884 \text{ sen}^2 \varphi - 0,0000059 \text{ sen}^2 2 \varphi)$ mgal.

CATALOGO DEI TERREMOTI AL DI SOPRA DELLA SOGLIA DEL DANNO DELLA ZONA SIMOGENETICA 9

ESTRATTO DA:

NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno versione NT4.1.1 luglio 1997, con aggiornamenti 1981-1992 (marzo 1998).
Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti
(Camassi e Stucchi)

N	Tr	Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Ax	Rt	Os	Nmo	Nip	Ix	Io	Lat	Lon	Pa	Sz	Ta	Agm	Ms	Td	Nio	Sd	Mm	H
281	DB	1396	12	26				BERGAMO	STA93 6U		1	1	70	70	45.650	9.667	PP	09	G		50	M		40	50	
282	CP	1576	09	26	06			BERGAMO	POS85 1P				60	60	45.667	9.667		09			44	M		35	44	
283	DB	1593	03	08				BERGAMO	GDTSP 6U		1	1	65	65	45.683	9.683		09	G		47	M		45	47	
284	FB	1606	08	22				BERGAMO	GDTSP 6U		1	1	65	65	45.667	9.667		09			47	M		45	47	
285	DB	1642	06	13	22			BERGAMO	GDTSP 6U		1	1	65	65	45.700	9.700		09	G		47	M		45	47	
286	DB	1661	03	11				BERGAMASCO	STA93 6U		3	2	75	75	45.700	9.850	PP	09	G		52	M		43	52	
287	CP	1771	08	15				SARNICO	POS85 1P				60	60	45.667	10.000		09	G		44	M		35	44	
288	DB	1781	09	10				CARAVAGGIO	GDTSP 6U		1	1	65	65	45.500	9.650		09	G		47	M		45	47	
289	DB	1802	05	12	09	30		SONCINO	BRAB5 5P		49	49	80	80	45.383	9.833		09	G		55	M		47	55	
290	DB	1882	02	27	06	30		ROVETTA	STA88 6U		37	28	65	65	45.883	9.983		09	G		47	M		45	47	
291	DB	1884	09	12				PONTOGLIO	GDTSP 6U		24	21	60	60	45.567	9.850		09	G		44	M		35	44	
292	DB	1894	11	27				FRANCIACORTA	GDTSP 6U		168	140	65	65	45.583	10.117		09	G		47	M		45	47	
293	DB	1918	04	24	14	21		LECCESE	GDTSP 6U		34	28	60	60	45.800	9.550		09	G	MAA93	47	O	05	35	44	17
294	DB	1919	11	23	01	50		BRESCIANO	GDTSP 6U		9	9	45	40	45.617	10.133		09	G	MAA93	49	O	01	33	33	
295	CP	1934	03	23	01	46	50	PISOGNE	POS85 4P				55	45.800	10.100		09	G	KAR71	40	O	01		44	13	
296	CP	1947	12	25	20	42	34	GARDONE TROMPIA	POS85 4P				60	45.700	10.200		09	G	KAR71	42	O	01		44	H3	
297	CP	1948	07	19	19	34	03	BAZENA	POS85 4P				50	45.900	10.400		09	G	MAA93	47	O	02	67	39		
298	CP	1961	11	23	01	12	05	CAPRINO BERGAMASCO	POS85 1P				60	45.717	9.567		09	G		44	M		35	44	H2	
299	DB	1979	02	09	14	44		TREZZO SULL'ADDA	GDTSP 6U					45.617	9.467	PP	09	G		46	C	01	27	47	37	

Nelle pagine seguenti si riporta la descrizione sintetica della modalità di determinazione dei parametri

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti
DOM4.1, un database di osservazioni macrosismiche
di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno

Osservazioni sismiche (71) disponibili per
MILANO [45.464, 9.189]

Data					Effetti in occasione del terremoto di:		
Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix Ms
1117	01	03	13		70	VERONESE	90 64
1222	12	25	11		60	BRESCIANO	80 59
1951	05	15	22	54	60	LODIGIANO	60 49
1806	02	12			55	NOVELLARA	70 50
1695	02	25	05	30	50	ASOLO	90 64
1802	05	12	09	30	50	SONCINO	80 55
1810	12	25	00	45	50	NOVELLARA	70 50
1873	06	29	03	55	50	BELLUNESE	100 64
1901	10	30	14	49	50	SALO`	80 55
1914	10	27	09	22	50	GARFAGNANA	70 58
1276	07	28			45	CREMONESE	60 47
1348	01	25			45	CARNIA	95 64
1740	03	06	05	15	45	GARFAGNANA	75 50
1828	10	09			45	VAL STAFFORA	80 52
1887	02	23			45	LIGURIA OCC.	100 64
1891	06	07			45	VERONESE	80 55
1738	11	05	00	30	40	PARMA	70 50
1873	09	17			40	LIGURIA ORIENTALE	65 47
1885	02	26	20	48	40	SCANDIANO	60 44
1972	10	25	21	56	40	PASSO CISA	50 47
1975	11	16	13	04	40	BORGO VAL DI TARO	55 45
1976	05	06	20		40	FRIULI	95 65
1703	01	14	18		35	NORCIA	100 67
1834	07	04	00	35	35	ALTA LUNIGIANA	65 47
1884	09	12			35	PONTOGLIO	60 44
1914	10	26	03	45	35	TAVERNETTE	70 49
1929	04	20	01	09	35	BOLOGNESE	75 54
1971	07	15	01	33	35	PARMENSE	80 54
1976	09	15	09	21	35	FRIULI	85 59
1065	03	27	11		F	BRESCIA	75 52
1295	09	03			F	COIRA	85 59
1661	03	11			F	BERGAMASCO	75 52
1780	02	05	22		F	BOLOGNA	65 47
1811	07	15	22	44	F	SASSUOLO	70 50
1826	06	24	12	15	F	SALO`	55 42
1831	09	11	18	15	F	PARMENSE	75 50
1886	09	05			F	VAL DI SUSÀ	70 47
1915	01	13	06	52	F	AVEZZANO	110 70
1786	04	07			30	PIACENZA	70 47
1818	12	09	18	52	30	LANGHIRANO	75 52
1832	03	13	03	20	30	REGGIANO	75 52
1834	02	14	13	15	30	ALTA LUNIGIANA	85 59
1836	06	12	02	30	30	BASSANO	80 52
1846	08	14	12		30	ORCIANO PISANO	90 59
1851	08	03			30	GIUDICARIE	60 44
1854	12	29	01	45	30	MAR LIGURE	75 55
1857	02	01			30	PARMENSE	65 47
1879	02	14			30	GARGNANO	55 42
1892	01	05			30	GARDA OCC.	75 47
1909	01	13	00	45	30	BASSA PADANA	65 54

Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani
 valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT
 e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA

Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile

a cura di
 D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise
 con la collaborazione di
 C. Meletti, S. Mirena, G. Monachesi, G.
 Morelli, L. Peruzza, A. Zerga
 aprile 1996

Massime intensità macrosismiche
 osservate nella provincia di **Milano**

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ABBIATEGRASSO	3	15	2	45.39754	8.91573	<= 6
AGRATE BRIANZA	3	15	3	45.57594	9.35128	<= 6
AICURZIO	3	15	4	45.64004	9.41387	<= 6
ALBAIRATE	3	15	5	45.42094	8.93788	<= 6
ALBIATE	3	15	6	45.65658	9.25326	<= 6
ARCONATE	3	15	7	45.54043	8.84841	<= 6
ARCORE	3	15	8	45.62690	9.32303	<= 6
ARESE	3	15	9	45.54728	9.07919	<= 6
ARLUNO	3	15	10	45.50475	8.94172	<= 6
ASSAGO	3	15	11	45.40500	9.13001	<= 6
BAREGGIO	3	15	12	45.48316	8.99992	<= 6
BARLASSINA	3	15	13	45.65594	9.12939	<= 6
BASIANO	3	15	14	45.57316	9.46923	<= 6
BASIGLIO	3	15	15	45.34898	9.16264	<= 6
BELLINZAGO LOMBARDO	3	15	16	45.53782	9.44704	<= 6
BELLUSCO	3	15	17	45.61734	9.41819	<= 6
BERNAREGGIO	3	15	18	45.64739	9.40617	<= 6
BERNATE TICINO	3	15	19	45.47764	8.81821	<= 6
BESANA IN BRIANZA	3	15	21	45.70111	9.28754	<= 6
BESATE	3	15	22	45.31211	8.96836	<= 6
BIASSONO	3	15	23	45.63051	9.27315	<= 6
BINASCO	3	15	24	45.33157	9.09812	<= 6
BOFFALORA SOPRA TICINO	3	15	26	45.46654	8.83093	<= 6
BOLLATE	3	15	27	45.54369	9.11731	<= 6
BOVISIO-MASCIAGO	3	15	30	45.61161	9.14639	<= 6
BRESSO	3	15	32	45.53611	9.18999	<= 6
BRIOSCO	3	15	33	45.70833	9.23777	<= 6
BRUGHERIO	3	15	34	45.55043	9.30092	<= 6
BUBBIANO	3	15	35	45.32692	9.01346	<= 6
BUCCINASCO	3	15	36	45.42184	9.11406	<= 6
BURAGO DI MOLGORA	3	15	37	45.59653	9.37731	<= 6
BUSCATE	3	15	38	45.54379	8.81227	<= 6
BUSNAGO	3	15	39	45.61610	9.46496	<= 6
BUSSERO	3	15	40	45.53761	9.37099	<= 6
BUSTO GAROLFO	3	15	41	45.54560	8.88332	<= 6
CALVIGNASCO	3	15	42	45.33176	9.01974	<= 6
CAMBIAGO	3	15	44	45.57260	9.42608	<= 6
CAMPARADA	3	15	45	45.65401	9.32224	<= 6
CANEGRATE	3	15	46	45.56849	8.92912	<= 6
CAPONAGO	3	15	47	45.56616	9.37547	<= 6
CARATE BRIANZA	3	15	48	45.67567	9.23891	<= 6
CARNATE	3	15	49	45.65073	9.37858	<= 6
CARPIANO	3	15	50	45.34112	9.27004	<= 6
CARUGATE	3	15	51	45.55063	9.34137	<= 6
CASARILE	3	15	55	45.31662	9.10400	<= 6
CASOREZZO	3	15	58	45.52288	8.90235	<= 6

CASSANO D'ADDA	3	15	59	45.52374	9.51584	<= 6
CASSINA DE'PECCHI	3	15	60	45.51938	9.36113	<= 6
CASSINETTA DI LUGAGNANO	3	15	61	45.42368	8.90560	<= 6
CASTANO PRIMO	3	15	62	45.55112	8.77769	<= 6
CAVENAGO DI BRIANZA	3	15	68	45.58517	9.41593	<= 6
CERIANO LAGHETTO	3	15	69	45.62859	9.07904	<= 6
CERNUSCO SUL NAVIGLIO	3	15	70	45.52365	9.33003	<= 6
CERRO AL LAMBRO	3	15	71	45.33080	9.34234	<= 6
CERRO MAGGIORE	3	15	72	45.59292	8.94990	<= 6
CESANO BOSCONI	3	15	74	45.44579	9.09423	<= 6
CESANO MADERNO	3	15	75	45.62961	9.14543	<= 6
CESATE	3	15	76	45.59423	9.07619	<= 6
CINISELLO BALSAMO	3	15	77	45.55546	9.21444	<= 6
CISLIANO	3	15	78	45.44457	8.98683	<= 6
COGLIATE	3	15	80	45.64364	9.08111	<= 6
COLOGNO MONZESE	3	15	81	45.53139	9.27753	<= 6
COLTURANO	3	15	82	45.38056	9.34844	<= 6
CONCOREZZO	3	15	84	45.59067	9.33533	<= 6
CORBETTA	3	15	85	45.46800	8.91984	<= 6
CORMANO	3	15	86	45.54335	9.17095	<= 6
CORNAREDO	3	15	87	45.49296	9.02680	<= 6
CORNATE D'ADDA	3	15	88	45.64792	9.46574	<= 6
CORREZZANA	3	15	92	45.66381	9.30027	<= 6
CORSICO	3	15	93	45.43242	9.10846	<= 6
CUGGIONO	3	15	96	45.50577	8.81576	<= 6
CUSAGO	3	15	97	45.44630	9.03227	<= 6
CUSANO MILANINO	3	15	98	45.55052	9.18519	<= 6
DAIRAGO	3	15	99	45.56529	8.86377	<= 6
DESIO	3	15	100	45.61843	9.20596	<= 6
DRESANO	3	15	101	45.37161	9.36069	<= 6
GAGGIANO	3	15	103	45.40616	9.03161	<= 6
GARBAGNATE MILANESE	3	15	105	45.57675	9.07996	<= 6
GESSATE	3	15	106	45.55333	9.43456	<= 6
GIUSSANO	3	15	107	45.69423	9.20936	<= 6
GORGONZOLA	3	15	108	45.53086	9.40381	<= 6
GREZZAGO	3	15	110	45.59113	9.49591	<= 6
GUDO VISCONTI	3	15	112	45.37463	8.99969	<= 6
INVERUNO	3	15	113	45.51387	8.85211	<= 6
INZAGO	3	15	114	45.54008	9.48175	<= 6
LACCHIARELLA	3	15	115	45.32047	9.13684	<= 6
LAINATE	3	15	116	45.57047	9.02737	<= 6
LAZZATE	3	15	117	45.67142	9.08535	<= 6
LEGNANO	3	15	118	45.59425	8.91786	<= 6
LENTATE SUL SEVESO	3	15	119	45.67830	9.12177	<= 6
LESMO	3	15	120	45.64817	9.30572	<= 6
LIMBIATE	3	15	121	45.60089	9.12219	<= 6
LISCATE	3	15	122	45.48128	9.40723	7
LISSONE	3	15	123	45.61060	9.23948	<= 6
LOCATE DI TRIULZI	3	15	125	45.35737	9.22220	<= 6
MACHERIO	3	15	129	45.63974	9.26754	<= 6
MAGENTA	3	15	130	45.46494	8.88451	<= 6
MAGNAGO	3	15	131	45.57891	8.80301	<= 6
MARCALLO CON CASONE	3	15	134	45.48489	8.87011	<= 6
MASATE	3	15	136	45.56708	9.46363	<= 6
MEDA	3	15	138	45.66314	9.15474	<= 6
MEDIGLIA	3	15	139	45.40077	9.32083	<= 6
MELEGNANO	3	15	140	45.35774	9.32294	<= 6
MELZO	3	15	142	45.49883	9.42290	<= 6
MESERO	3	15	144	45.49962	8.85282	<= 6
MEZZAGO	3	15	145	45.62882	9.44369	<= 6
MILANO	3	15	146	45.46447	9.18951	7
MISINTO	3	15	147	45.66309	9.08478	<= 6
MONZA	3	15	149	45.58438	9.27394	<= 6
MORIMONDO	3	15	150	45.35215	8.95352	<= 6

MOTTA VISCONTI	3	15	151	45.28713	8.99262	<= 6
MUGGIO`	3	15	152	45.59327	9.22715	<= 6
NERVIANO	3	15	154	45.55221	8.97308	<= 6
NOSATE	3	15	155	45.55122	8.72532	<= 6
NOVA MILANESE	3	15	156	45.59101	9.19573	<= 6
NOVATE MILANESE	3	15	157	45.53120	9.14084	<= 6
NOVIGLIO	3	15	158	45.35751	9.06895	<= 6
OPERA	3	15	159	45.37571	9.21185	<= 6
ORNAGO	3	15	161	45.59845	9.41978	<= 6
OSSONA	3	15	164	45.50623	8.90156	<= 6
OZZERO	3	15	165	45.36510	8.92393	<= 6
PADERNO DUGNANO	3	15	166	45.56875	9.15942	<= 6
PANTIGLIATE	3	15	167	45.43918	9.35265	<= 6
PARABIAGO	3	15	168	45.55774	8.94785	<= 6
PAULLO	3	15	169	45.41691	9.39756	<= 6
PERO	3	15	170	45.50791	9.08852	<= 6
PESCHIERA BORROMEO	3	15	171	45.43081	9.31171	<= 6
PESSANO CON BORNAGO	3	15	172	45.55179	9.38332	<= 6
PIEVE EMANUELE	3	15	173	45.35606	9.20040	<= 6
PIOLTELLO	3	15	175	45.50404	9.33100	<= 6
POGLIANO MILANESE	3	15	176	45.54130	8.99390	<= 6
POZZO D`ADDA	3	15	177	45.57553	9.50111	<= 6
POZZUOLO MARTESANA	3	15	178	45.51270	9.45375	<= 6
PREGNANA MILANESE	3	15	179	45.51781	9.00608	<= 6
RENATE	3	15	180	45.72398	9.28001	<= 6
RESCALDINA	3	15	181	45.62136	8.94448	<= 6
RHO	3	15	182	45.52883	9.04017	<= 6
ROBECCHETTO CON INDUNO	3	15	183	45.53233	8.76552	<= 6
ROBECCO SUL NAVIGLIO	3	15	184	45.43783	8.88722	<= 6
RODANO	3	15	185	45.47352	9.35654	<= 6
RONCELLO	3	15	186	45.60192	9.45776	<= 6
RONCO BRIANTINO	3	15	187	45.66595	9.40281	<= 6
ROSATE	3	15	188	45.34963	9.01592	<= 6
ROZZANO	3	15	189	45.37575	9.14592	<= 6
SAN COLOMBANO AL LAMBRO	3	15	191	45.18196	9.48674	<= 6
SAN DONATO MILANESE	3	15	192	45.41427	9.26611	<= 6
SAN GIORGIO SU LEGNANO	3	15	194	45.57463	8.91294	<= 6
SAN GIULIANO MILANESE	3	15	195	45.39927	9.28288	<= 6
SANTO STEFANO TICINO	3	15	200	45.48792	8.91985	<= 6
SAN VITTORE OLONA	3	15	201	45.58513	8.94412	<= 6
SAN ZENONE AL LAMBRO	3	15	202	45.32487	9.35551	<= 6
SEDRIANO	3	15	204	45.48915	8.96840	<= 6
SEGRATE	3	15	205	45.49633	9.29485	<= 6
SENAGO	3	15	206	45.57719	9.12433	<= 6
SEREGNO	3	15	208	45.64926	9.20497	<= 6
SESTO SAN GIOVANNI	3	15	209	45.53378	9.23047	<= 6
SETTALA	3	15	210	45.45513	9.39034	<= 6
SETTIMO MILANESE	3	15	211	45.48428	9.05238	<= 6
SEVESO	3	15	212	45.64510	9.13901	<= 6
SOLARO	3	15	213	45.61618	9.08531	<= 6
SOVICO	3	15	216	45.64649	9.26434	<= 6
SULBIATE	3	15	217	45.63209	9.41852	<= 6
TREZZANO ROSA	3	15	219	45.58194	9.48700	<= 6
TREZZANO SUL NAVIGLIO	3	15	220	45.42274	9.06416	<= 6
TREZZO SULL`ADDA	3	15	221	45.61023	9.51499	<= 6
TRIBIANO	3	15	222	45.41278	9.37868	<= 6
TRIUGGIO	3	15	223	45.66112	9.26738	<= 6
TRUCCAZZANO	3	15	224	45.48319	9.46761	<= 6
TURBIGO	3	15	226	45.53007	8.73878	<= 6
USMATE VELATE	3	15	227	45.65087	9.36174	<= 6
VANZAGO	3	15	229	45.52727	8.99518	<= 6
VAPRIO D`ADDA	3	15	230	45.57629	9.52834	<= 6
VAREDO	3	15	231	45.59807	9.15905	<= 6
VEDANO AL LAMBRO	3	15	232	45.61181	9.27074	<= 6

VEDUGGIO CON COLZANO	3	15	233	45.73339	9.26973	<= 6
VERANO BRIANZA	3	15	234	45.68752	9.22911	<= 6
VERMEZZO	3	15	235	45.39403	8.97902	<= 6
VERNATE	3	15	236	45.31556	9.06004	<= 6
VIGNATE	3	15	237	45.49535	9.37540	<= 6
VILLASANTA	3	15	239	45.60673	9.30488	<= 6
VIMERCATE	3	15	241	45.61375	9.36993	<= 6
VIMODRONE	3	15	242	45.51486	9.28714	<= 6
VITTUONE	3	15	243	45.48679	8.95305	<= 6
VIZZOLO PREDABISSI	3	15	244	45.35595	9.34852	<= 6
ZELO SURRIGONE	3	15	246	45.38779	8.98260	<= 6
ZIBIDO SAN GIACOMO	3	15	247	45.36709	9.11241	<= 6
VILLA CORTESE	3	15	248	45.56529	8.88891	<= 6
VANZAGHELLO	3	15	249	45.57924	8.78234	<= 6

3. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

3.1 Riferimenti normativi nazionali

La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un certo sito su base probabilistica ed è funzione delle caratteristiche di sismicità regionali e del potenziale sismogenetico delle sorgenti sismiche; la sua valutazione deriva quindi dai dati sismologici disponibili e porta alla valutazione del rischio sismico di un sito in termini di danni attesi a cose e persone come prodotto degli effetti di un evento sismico.

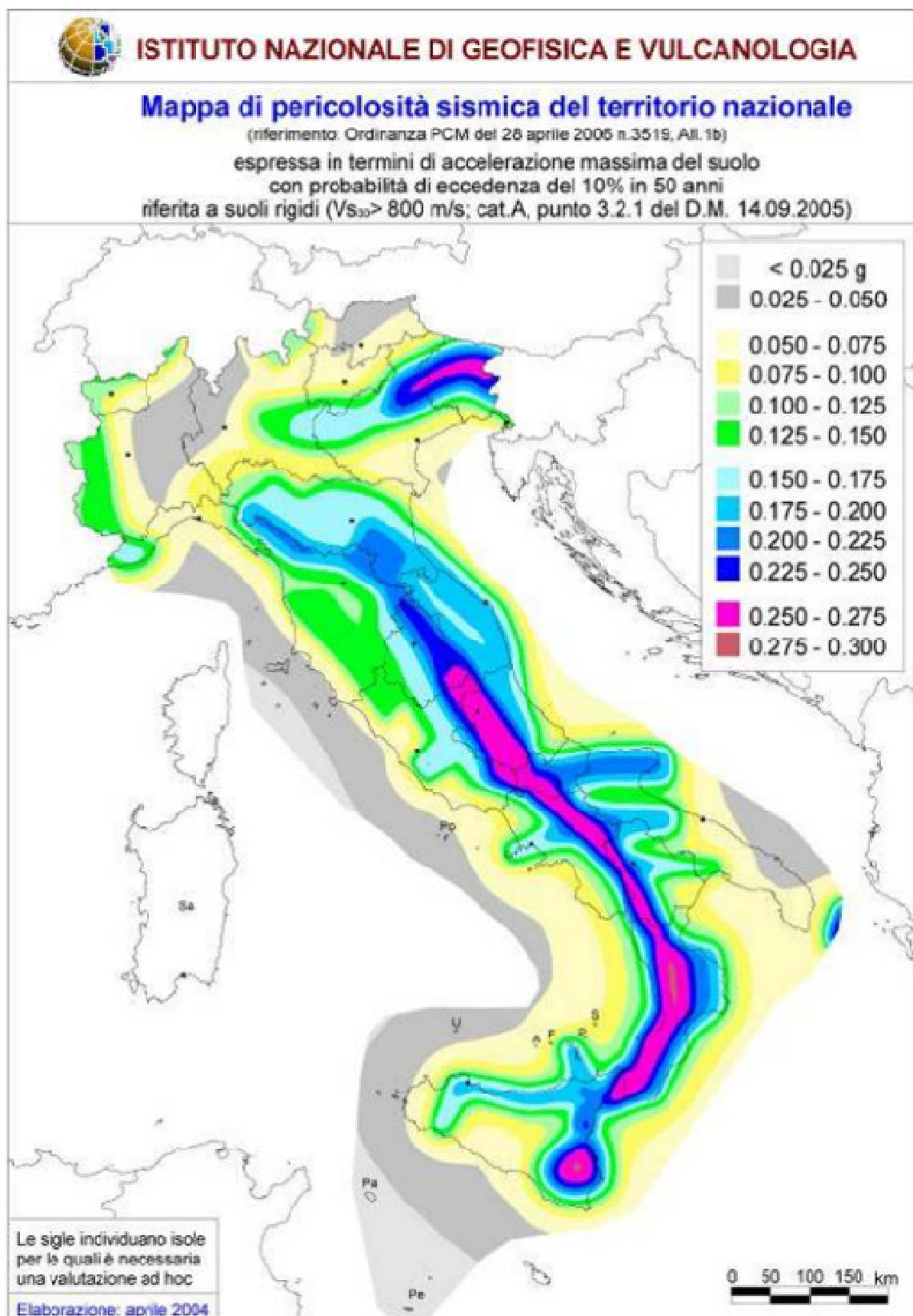
La pericolosità sismica valutata all'interno di un sito deve essere stimata come l'accelerazione orizzontale massima al suolo (scuotimento) in un dato periodo di tempo, definendo i requisiti progettuali antisismici per le nuove costruzioni nel sito stesso.

La mappatura della pericolosità sismica del territorio italiano ha permesso di stilare una classificazione sismica dello stesso secondo le direttive promulgate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri il 23 marzo 2003 – Ordinanza n. 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, con la quale sono stati approvati i “Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (allegato 1) e le connesse norme tecniche per fondazioni e muri di sostegno, edifici e ponti (allegati 2, 3 e 4).

Nel 2006 sono stati approvati i “Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (Allegato 1.A) e la Mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (Allegato 1.B), con OPCM n.

3519, successivamente aggiornati in relazione alle modifiche apportate dalla revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. 14 settembre 2005.

In Figura 8-1 viene riportata la mappa della pericolosità sismica come pubblicata nel sopra citato OPCM.



Mappa di pericolosità sismica

Con la pubblicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) si definiscono i criteri definitivi per la classificazione sismica del territorio nazionale in recepimento del Voto n. 36 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27 luglio 2007 (“Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”); tali criteri prevedono la valutazione dell’azione sismica non più legata ad una zonazione sismica ma definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati, in termini sia di accelerazione del suolo a_g sia di forma dello spettro di risposta.

Secondo il Voto n. 36, “l’azione sismica è quindi valutata sito per sito e costruzione per costruzione e non riferendosi ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un’unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni come avveniva in precedenza”.

L’Allegato A al D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” prevede che l’azione sismica venga valutata in fase di progettazione a partire da una “pericolosità sismica di base” in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La pericolosità sismica di un determinato sito deve essere descritta con sufficiente dettaglio sia in termini geografici che temporali, fornendo, di conseguenza i risultati del suddetto studio:

□ in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta (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);

- in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento (reticolo di riferimento) i cui nodi non siano distanti più di 10 km;
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

L’azione sismica così individuata deve essere variata in funzione delle modifiche apportate dalle condizioni sito-specifiche (caratteristiche litologiche e morfologiche); le variazioni apportate caratterizzano la risposta sismica locale.

L’Allegato B alle citate norme fornisce le tabelle contenenti i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*C relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento, consultabile sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

3.2 Aspetti normativi e metodologici regionali

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 19 gennaio 2006, 3° supplemento straordinario, della D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12”, la Regione Lombardia ha definito le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, successivamente aggiornate con la D.G.R. 8/7374/2008 e la D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011: Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione

dell'art. 57, comma 1, della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n° 8/7374 pubblicata sul B.U.R.L. - Serie Ordinaria del 15 dicembre 2011.

Secondo le direttive regionali di recente emanazione, l'analisi della sismicità del territorio in termini di valutazione dell'amplificazione sismica locale deve seguire le metodologie dell'Allegato 5 alla recente D.G.R. n. IX/2616/2011, che prevedono tre diversi livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza (1° livello, 2° livello, 3° livello).

In base alla nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", il territorio di **VEDANO AL LAMBRO** risulta classificato in Zona Sismica 3 con valore di accelerazione massima (ag max) pari a **0,05415g**.

Tale classificazione, secondo quanto riportato al punto 1.4.3 della D.G.R. n. IX/2616/2011, definisce unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

Alla luce di tali considerazioni, nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'Allegato 5, l'analisi del rischio sismico locale è stata condotta nel presente studio adottando la procedura di 1° livello che, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base, consente l'individuazione di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione, la cui quantificazione dovrà essere oggetto di specifici studi di approfondimento.

Si sottolinea comunque che su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003" dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello, indipendentemente dalla presenza o meno di possibili scenari di amplificazione locale.

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla Tabella 1 di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616/2011 di seguito riportata.

3.3 Definizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL)

Il rapporto illustra e commenta la procedura seguita per realizzare l'adeguamento della componente sismica del P.G.T. del Comune di Vedano Al Lambro in base al D.g.r 22 Dicembre 2005 – n. VIII/1566 e successiva D.g.r. 30 novembre 2011 – n.IX/2616 (criteri per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio).

La direttiva D.g.r. 30 novembre 2011 – n.IX/2616, è stata redatta in conformità al D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” di cui vengono riprese le indicazioni relative all’azione sismica. La direttiva tiene conto delle recenti normative in materia di rischio sismico e ne specifica alcuni profili propri del livello comunale (microzonazione), sulla base della attuale classificazione dei Comuni.

In base all’attuale normativa, tutto il territorio nazionale risulta classificato come sismico. Le classi di sismicità sono 4, con grado di rischio decrescente dalla zona 1 alla zona 4.

A seguito dell’aggiornamento della Regione Lombardia del 11/07/2014, il territorio Comunale di Vedano Al Lambro è stato inserito nella zona 3.

La D.G.R. 10/10/2014 – n.X/2489 – Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 21 Luglio 2014, n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia” (l.r. 1/2000, art.3, comma 108, lett.d) delibera di:

2. di differire al 14 ottobre 2015 il termine dell’entrata in vigore della d.g.r. 21 luglio 2014, n.2129;
3. di disporre che nelle more dell’entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni – pubbliche e private – siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.

L’attuale normativa D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” riprende la classificazione del territorio nazionale contenuta nell’OPCM 3274/03.

In base alla nuova normativa tutto il territorio nazionale risulta classificato come sismico. Le classi di sismicità sono 4, con grado di rischio decrescente dalla zona 1 alla zona 4.

I valori di riferimento di accelerazione massima orizzontale, su substrato rigido ($V_s > 800$ m/s), per le quattro zone sono:

Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

Il territorio Comunale di Vedano al Lambro sulla base della nuova classificazione sismica regionale è stato inserito nella classe 3 con $A_g = 0,05415g$.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione dei terreni descritta di seguito. La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all’estensione ed all’importanza dell’opera.

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio VS30 oppure sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica

dinamica oppure sulla coesione non drenata media cu. In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

- A - 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.
- B - 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
- C - Depositati 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
- D - Depositati 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
- E - 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.

L'identificazione di questa categoria va di norma veniva eseguita in base ai valori della cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. A partire dal 22 marzo 2018 con l'ingresso delle NTC 2018 viene anche introdotta la VS equivalente (V_{seq}) inserita nelle NTC 2018 e definita dalla seguente relazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con

- h_i = spessore dello strato i -esimo
- $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato
- N = numero di strati
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/sec (bedrock sismico).

Si tratta in pratica di una variazione sul tema rispetto al parametro V_{S30} (in quel caso il valore di H era ed è fissato a 30 m). Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. Viene eliminata la possibilità di ricavare la categoria di sottosuolo mediante NSPT30 o Cu30g.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Il calcolo dell'amplificazione stratigrafica viene effettuato in base alle formule riportate nella seguente tabella.

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.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.2$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.5$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.8$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.6$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

3.4 Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

4. SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E RELATIVI EFFETTI

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area. In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio e la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico;
- gli effetti di amplificazione litologica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Gli effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescò del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.



Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.



Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Ai fini della individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale nell'ambito del territorio in esame si sono analizzati criticamente i dati geologici e geotecnici acquisiti, facendo in particolare riferimento ai seguenti elaborati prodotti nell'ambito dello studio di base:

- Geologia e geomorfologia
- Idrogeologia
- Sezioni idrogeologiche
- Caratteri geologico-tecnici

Ad integrazione delle informazioni disponibili, sono inoltre state analizzate le risultanze di precedente indagini geognostiche messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

4.1 Procedure per l'analisi della sismicità del territorio e la redazione della carta della pericolosità sismica locale

La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno «Studio-Pilota» redatto dal Politecnico di Milano - Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale. Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1° Livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2 – livello di approfondimento 3°

2° Livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano).

Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (ad es. i Comuni in zona 3 utilizzeranno i valori previsti per la zona 2).

Il secondo livello é obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato c/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSI- Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello, come specificato al punto successivo.

3° Livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale.

Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);

- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti c/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z 1, Z2 e Z5).

Il 3° livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

Tale sovrapposizione non comporta quindi un automatico cambio di classe di fattibilità ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 17 gennaio 2018, oppure dove sia necessario realizzare preventivamente gli studi di 3° livello, fermo restando la possibilità di utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

5. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e deve essere descritta con un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrisponde $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

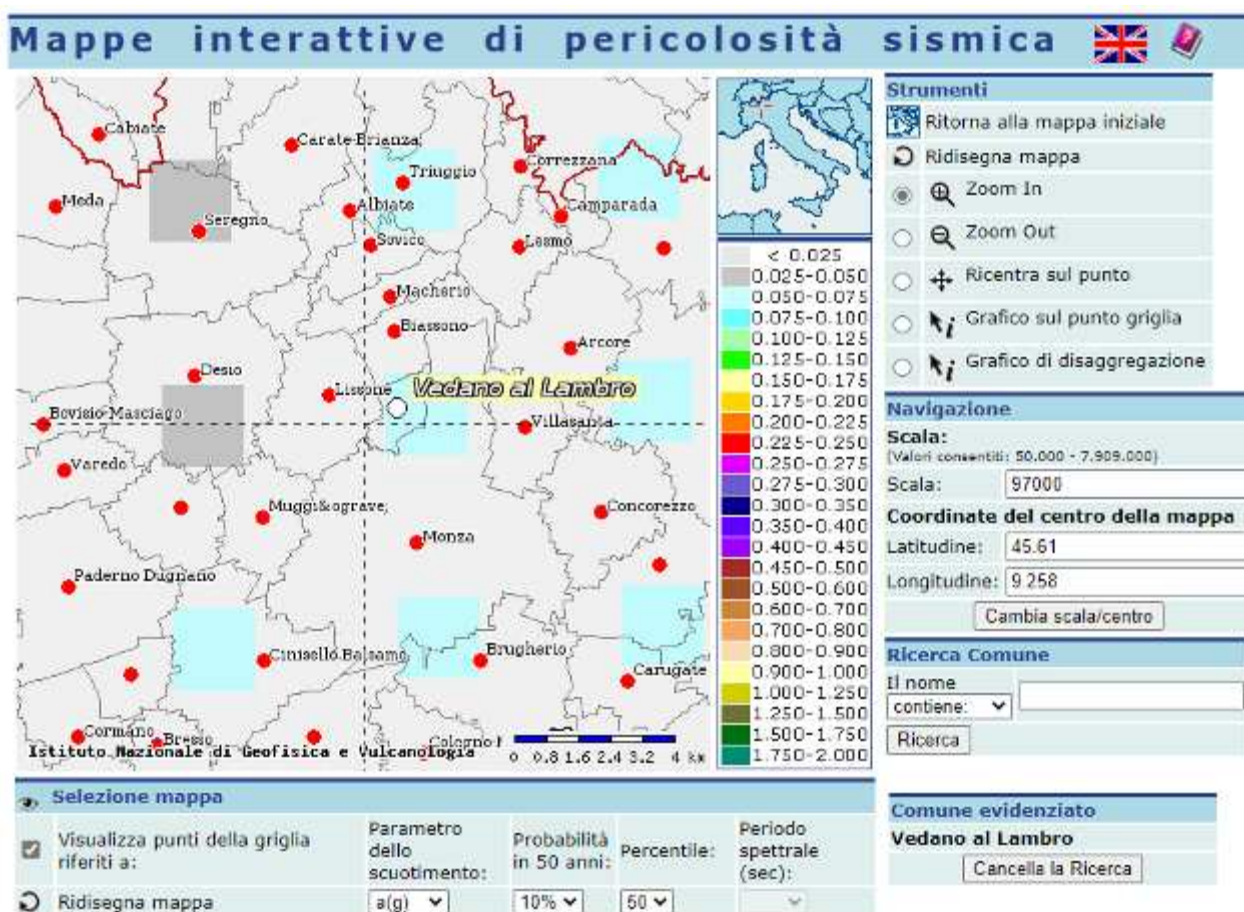
Le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- 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

I risultati dello studio di pericolosità sono forniti in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro e per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno (Tr).

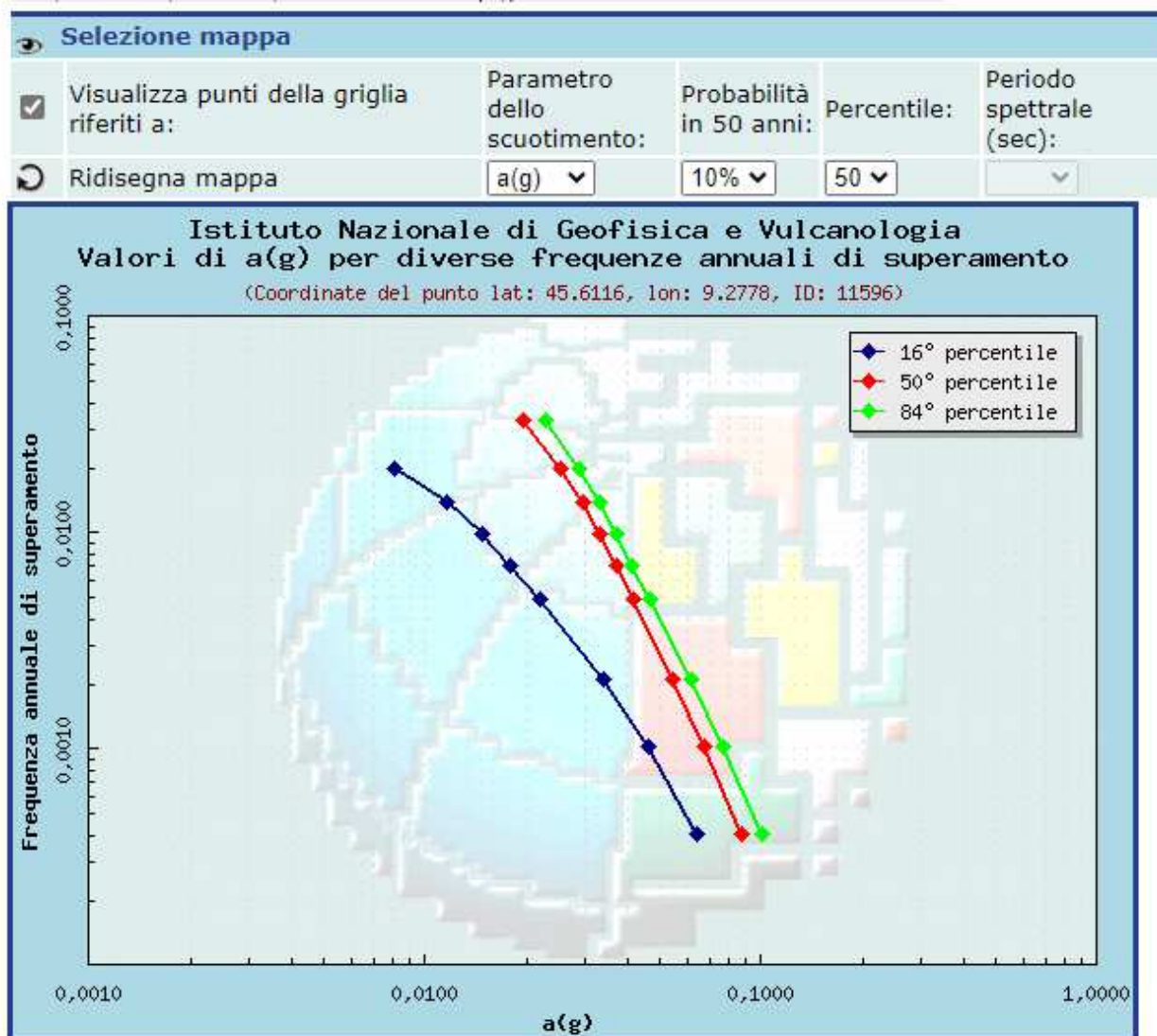
Per poter definire la pericolosità sismica di base ci si basa su una procedura disponibile sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione “Mappe interattive della pericolosità sismica”.

Con riferimento al D.M. 17/01/18 Norme tecniche per le costruzioni la sismicità di base del territorio comunale di Vedano Al Lambro è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni definita nella tabella 1 allegata al citato decreto ministeriale in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale mostrato nella figura sottostante per l'area in esame.

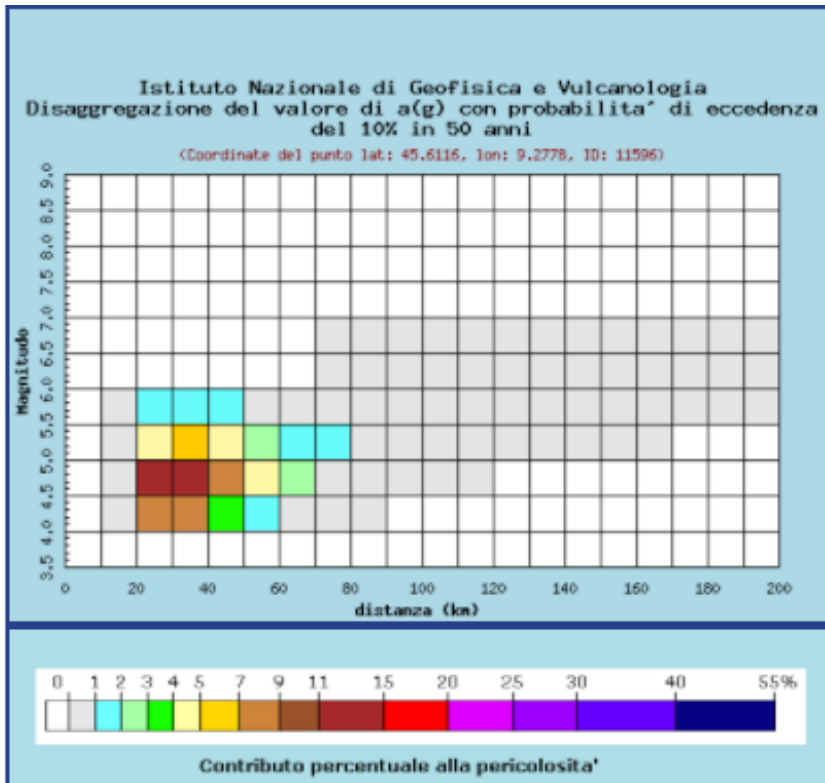


Reticolo di riferimento nazionale - <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Guardando poi il calcolo della disaggregazione della pericolosità, che ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo – distanza di un evento, si evidenzia che il terremoto che potrà verificarsi con maggiore probabilità avrà $M=4.93$ a distanza di circa 46.70 Km dal concentrato del comune.



Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 45.6116, lon: 9.2778, ID: 11596)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.0646	0.0874	0.1004
0.0010	0.0459	0.0674	0.0769
0.0021	0.0340	0.0547	0.0616
0.0050	0.0221	0.0414	0.0469
0.0071	0.0180	0.0370	0.0409
0.0099	0.0147	0.0332	0.0369
0.0139	0.0116	0.0294	0.0330
0.0200	0.0081	0.0252	0.0289
0.0333	0.0000	0.0195	0.0230



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.6116, lon: 9.2778, ID: 11596)										
	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.096	0.126	0.041	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	8.550	12.500	4.770	1.230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	7.270	12.300	5.770	1.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	3.740	7.430	4.270	1.390	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	1.690	4.070	2.840	0.987	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.611	2.010	1.740	0.646	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.138	0.948	1.160	0.589	0.144	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.004	0.430	0.987	0.784	0.343	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.150	0.781	0.813	0.371	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.034	0.522	0.730	0.349	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.003	0.321	0.756	0.381	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.141	0.598	0.353	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.047	0.379	0.265	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.016	0.242	0.198	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.004	0.132	0.139	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.090	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.061	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.058	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.059	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.930	46.700	1.400

6. PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

6.1 Inquadramento stratigrafico

Le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni in esame sono state ricostruite dalle indicazioni stratigrafiche dei pozzi pubblici e privati presenti nelle vicinanze dell'area in esame all'interno del medesimo contesto litologico rappresentato da Depositi di conoide alluvionale.

Di seguito si allega stralcio della ricerca eseguita con la banca dati del portale cartografico della Regione Lombardia:



Ubicazione pozzi da Portale cartografico regionale

Di seguito si riportano le stratigrafie di pozzi presenti nelle immediate vicinanze dell'area in esame e all'interna della stessa Unità Litologica.



Regione Lombardia

BANCA DATI GEOLOGICA DI SOTTOSUOLO

INFORMAZIONI INDAGINE

COMUNE: VEDANO AL LAMBRO IDE: B5C407001220

QUOTA (m s.l.m.): 190 PROFONDITA'(m): 75 NUMERO STRATI: 15

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	2		2 Terreno di coltura	ZS
2	2	9	7	Ghiaia e sabbia con argilla	G S A
3	9	9,5	0,5	Conglomerato	G
4	9,5	18	8,5	Ghiaia, sabbia e ciottoli	G S GC
5	18	19	1	Conglomerato	G
6	19	23	4	Ghiaia e conglomerato	G
7	23	27	4	Ghiaia e ciottoli	G GC
8	27	31,5	4,5	Ghiaia e sabbia con straterelli di conglomerato	G S
9	31,5	33	1,5	Ghiaia compatta	G
10	33	37	4	Ghiaia con argilla nocciola	G A
11	37	38,5	1,5	Ghiaia e conglomerato	G
12	38,5	41,5	3	Conglomerato	G
13	41,5	51	9,5	Conglomerato e ghiaia	G
14	51	62,5	11,5	Argilla limosa nocciola	A L
15	62,5	75	12,5	Argilla limosa grigia	A L



Regione Lombardia

BANCA DATI GEOLOGICA DI SOTTOSUOLO

INFORMAZIONI INDAGINE

COMUNE: VEDANO AL LAMBRO IDE: B5C412950942

QUOTA (m s.l.m.): 186 PROFONDITA'(m): 70 NUMERO STRATI: 12

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	25,5	25,5	AVAMPOZZO	Z
2	25,5	27,55	2,05	INFORMAZIONE NON DISPONIBILE	ZZ
3	27,55	36,4	8,85	CONGLOMERATO COMPATTO	G
4	36,4	38,2	1,8	ARGILLA GIALLA COMPATTA	A
5	38,2	44,6	6,4	SABBIA FINE	S4
6	44,6	47,5	2,9	ARGILLA GIALLA COMPATTA	A
7	47,5	49,8	2,3	SABBIA FINE	S4
8	49,8	52,7	2,9	ARGILLA GIALLA COMPATTA	A
9	52,7	56,5	3,8	ARGILLA VERDE	A
10	56,5	62,5	6	ARGILLA GIALLA COMPATTA	A
11	62,5	68,2	5,7	SABBIA E GHIAIETTO	S GG
12	68,2	70	1,8	ARGILLA GIALLA COMPATTA	A

INFORMAZIONI INDAGINE

COMUNE: VEDANO AL LAMBRO IDE: B5C413020890

QUOTA (m s.l.m.): 180 PROFONDITA'(m): 43 NUMERO STRATI: 5

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	27,6	27,6	CANNA MURATA	Z
2	27,6	39,9	12,3	ROTTAMI E DETRITI VARI	ZD Z
3	39,9	40,5	0,6	GROSSO TROVANTE	GB
4	40,5	42	1,5	GHIAIA, SABBIA E CONGLOMERATO	G S G
5	42	43	1	CONGLOMERATO	G



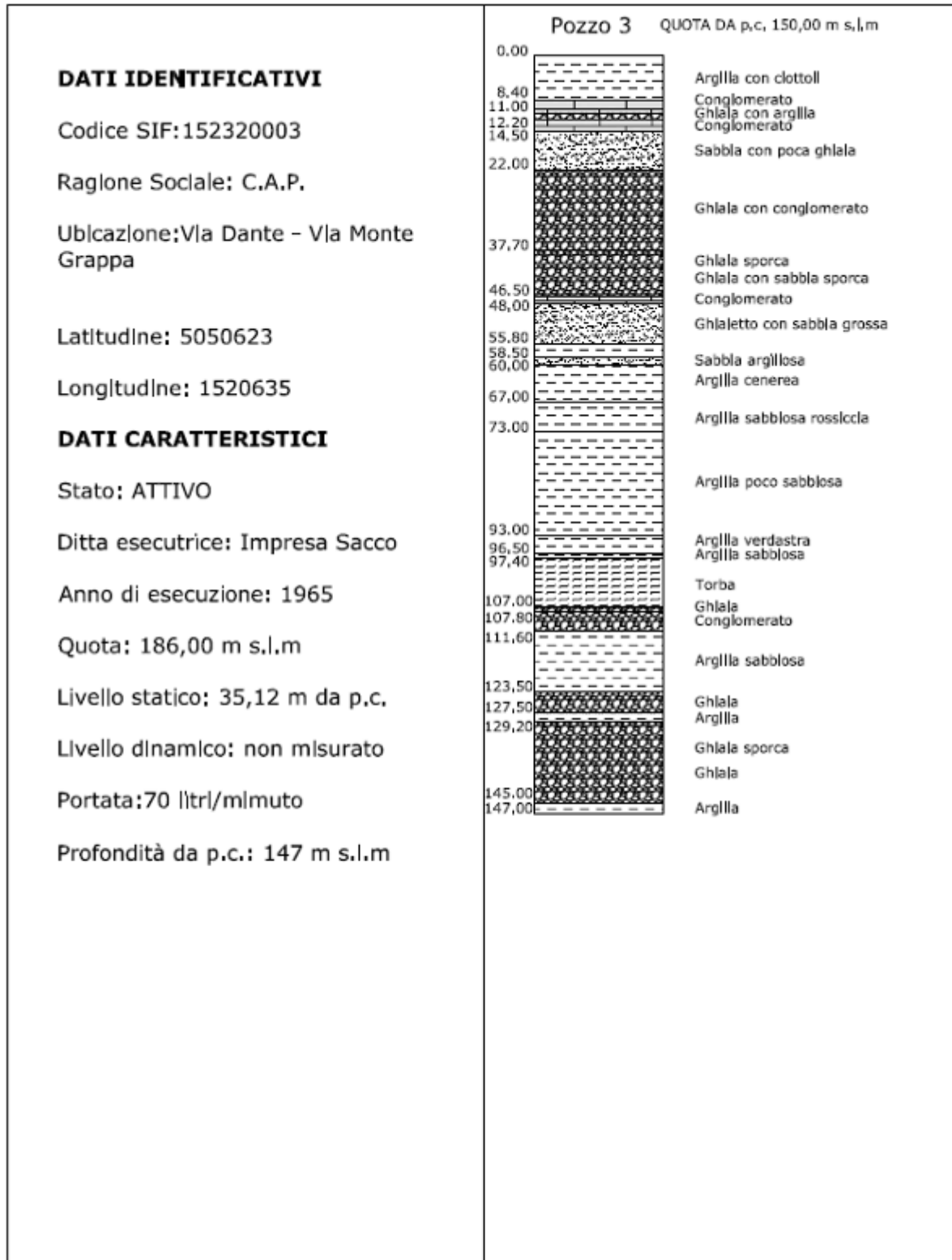
INFORMAZIONI INDAGINE

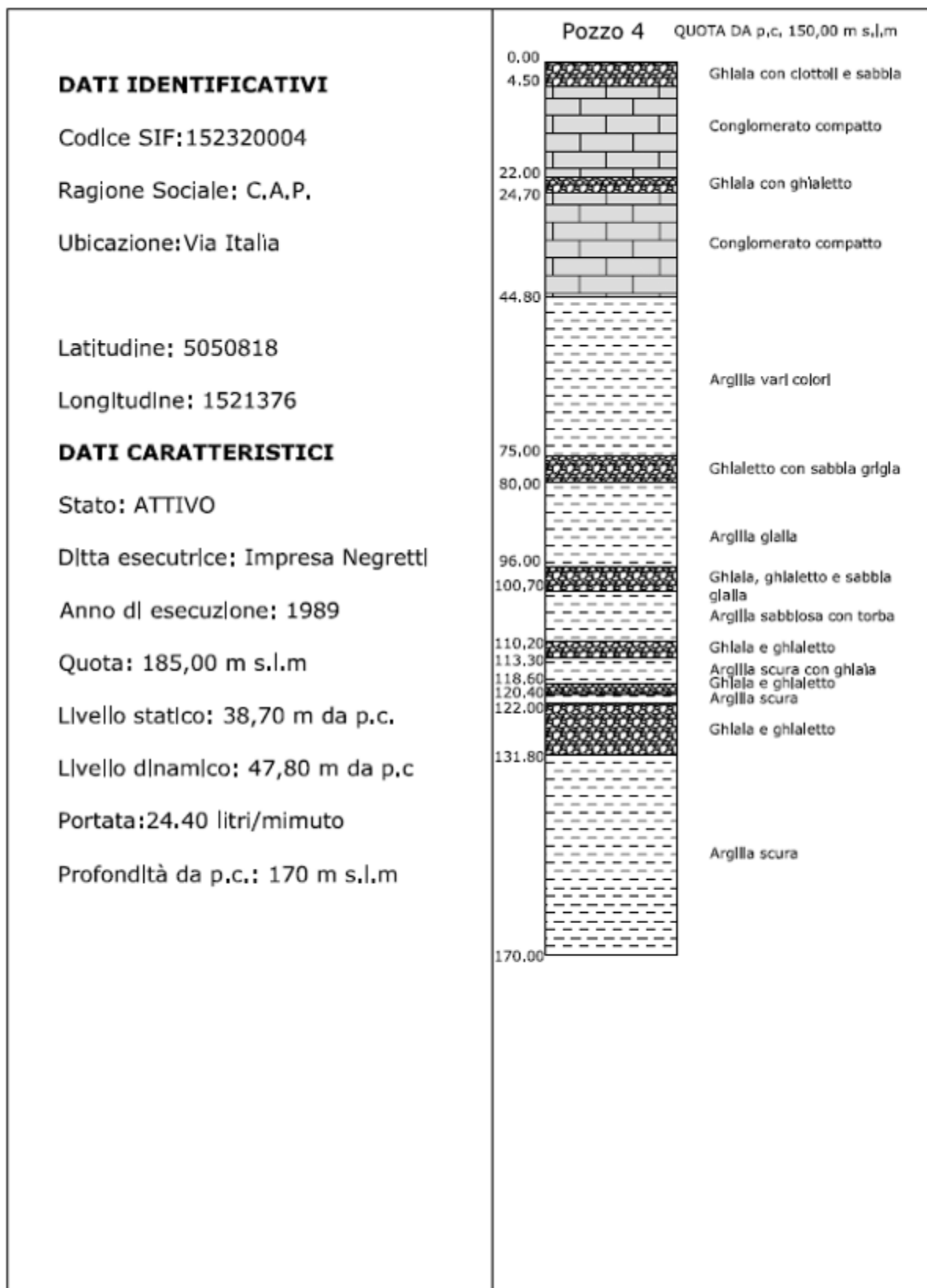
COMUNE: MONZA IDE: B5C418151821

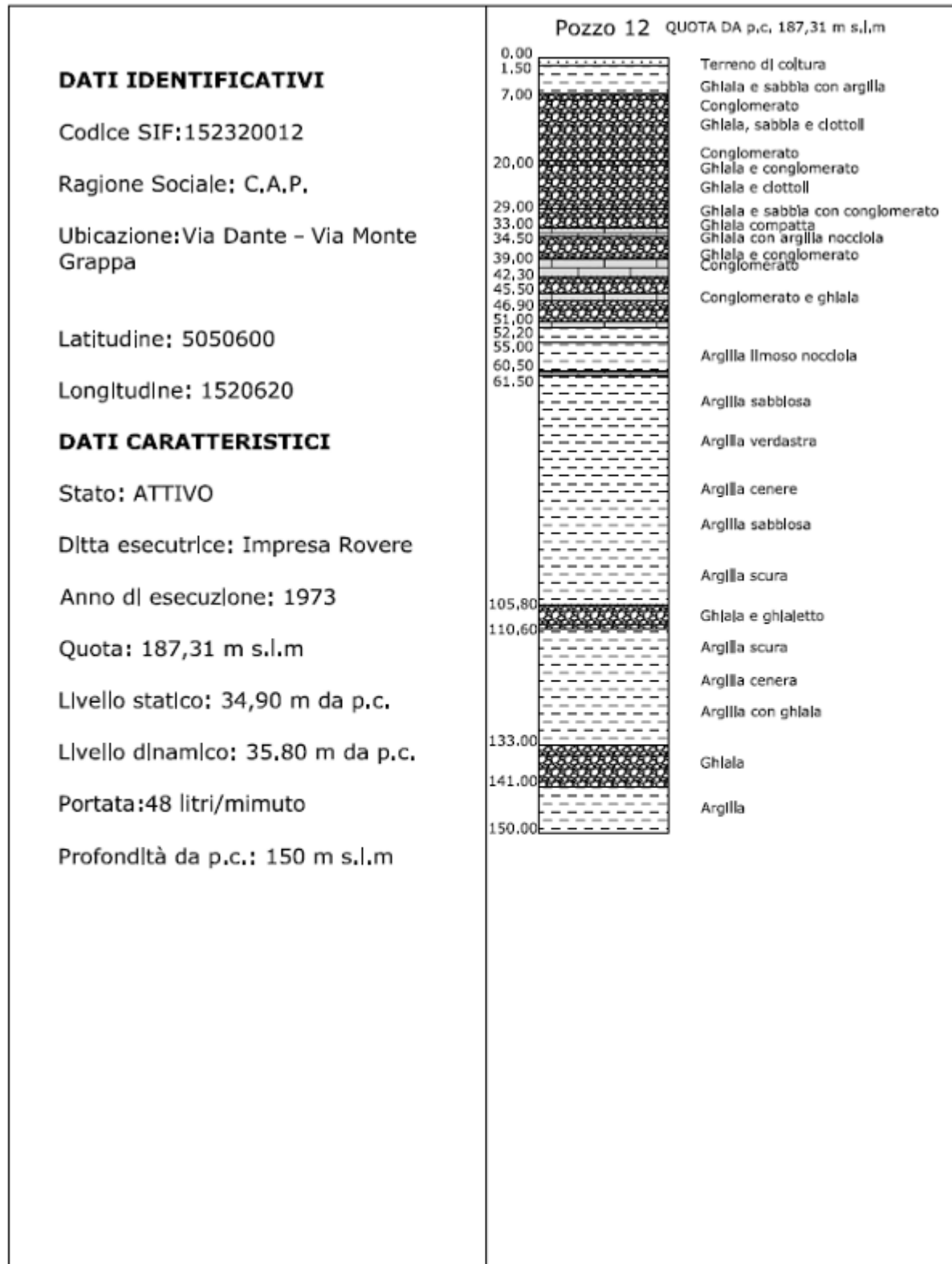
QUOTA (m s.l.m.): 183 PROFONDITA'(m): 90 NUMERO STRATI: 20

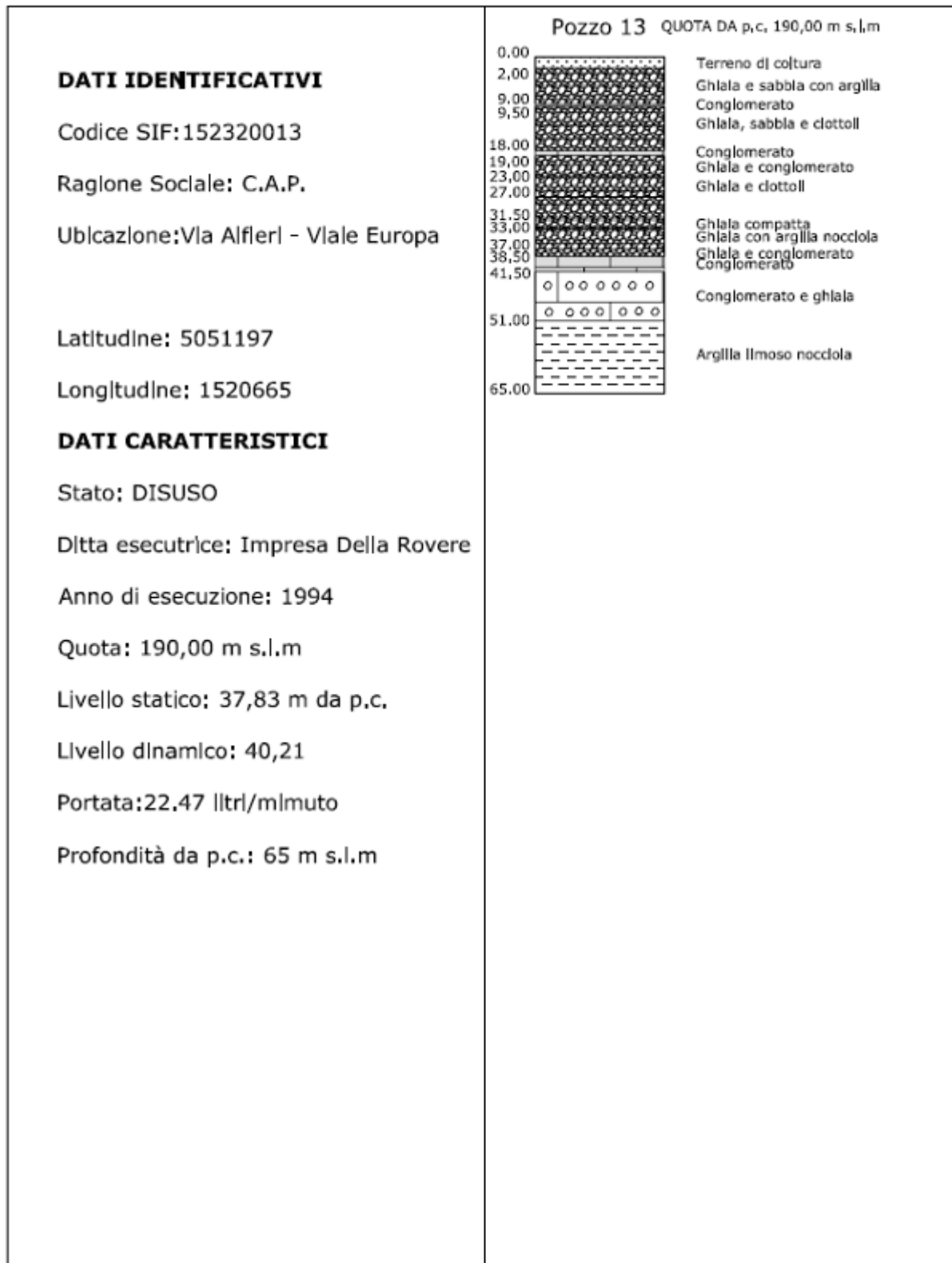
Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	1	1	Terreno di riporto	ZR
2	1	9	8	Ghiaia e sabbia	G S
3	9	10,6	1,6	Conglomerato	G
4	10,6	12	1,4	Ghiaia	G
5	12	14,3	2,3	Conglomerato	G
6	14,3	17,5	3,2	Ghiaia e sabbia	G S
7	17,5	28,5	11	Conglomerato	G
8	28,5	33	4,5	Sabbia e ghiaia	S G
9	33	34	1	Argilla	A
10	34	37,5	3,5	Conglomerato/ghiaia	G
11	37,5	42	4,5	Argilla blu	A
12	42	53	11	Argilla gialla	A
13	53	57,7	4,7	Argilla sabbiosa compatta	A S
14	57,7	58,7	1	Conglomerato	G
15	58,7	64	5,3	Argilla	A
16	64	66,6	2,6	Sabbia, argilla con sabbia	S A S
17	66,6	72	5,4	Sabbia e ghiaia	S G
18	72	77,7	5,7	Argilla gialla	A
19	77,7	80,5	2,8	Sabbia e ghiaia	S G
20	80,5	90	9,5	Argilla blu	A

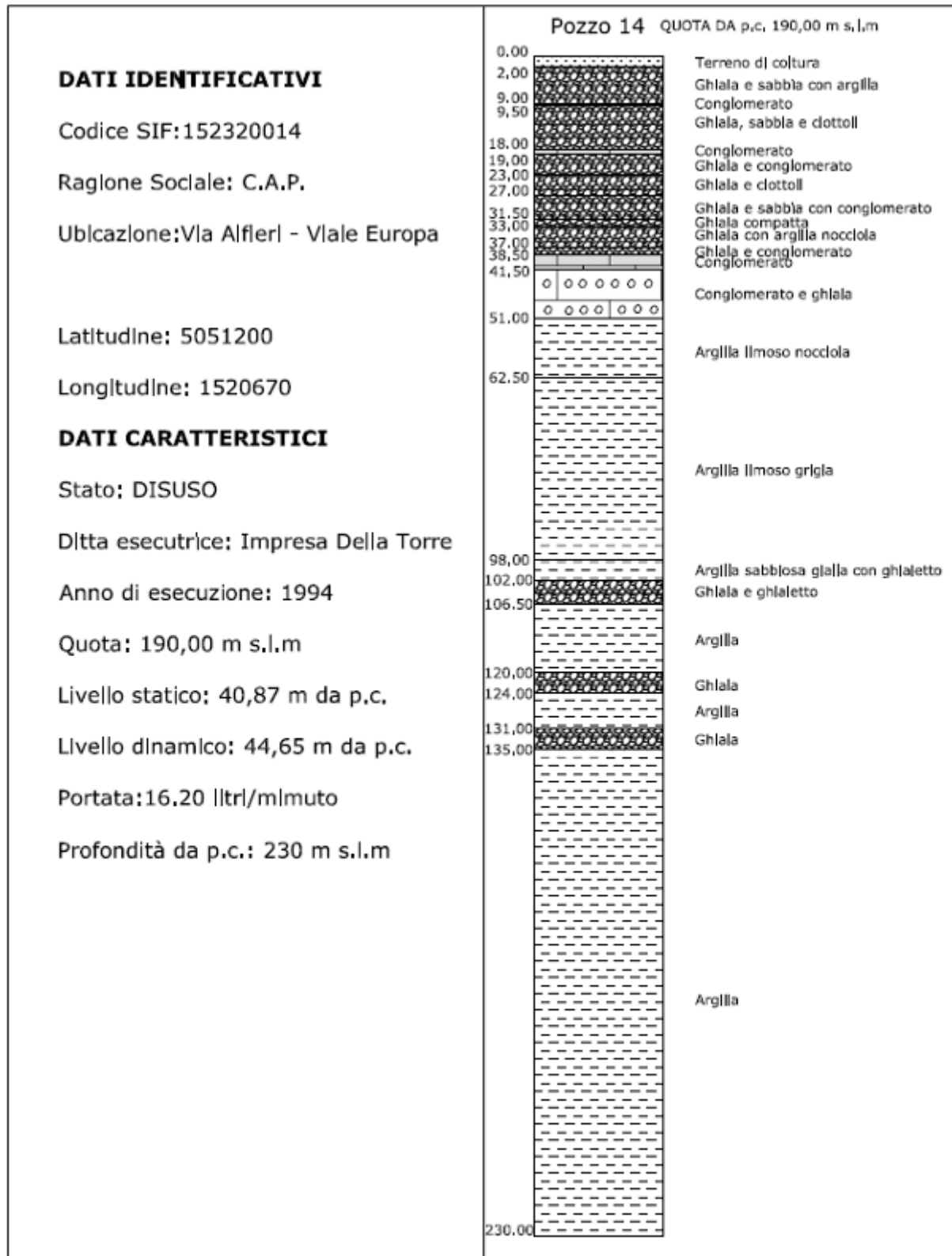
Come si osserva dalle stratigrafie dei pozzi sopra allegate, si conferma la presenza di terreni fini prevalentemente coesivi costituiti da limi argillosi debolmente sabbiosi passanti in profondità a Ghiaie e sabbie fini localmente cementate che costituiscono la base della Formazione del Ceppo Lombardo.











POZZO N° 1 Via Monte Grappa

POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

VEDANO LAMBRO

OTTOBRE 1965

IMP. SACCO

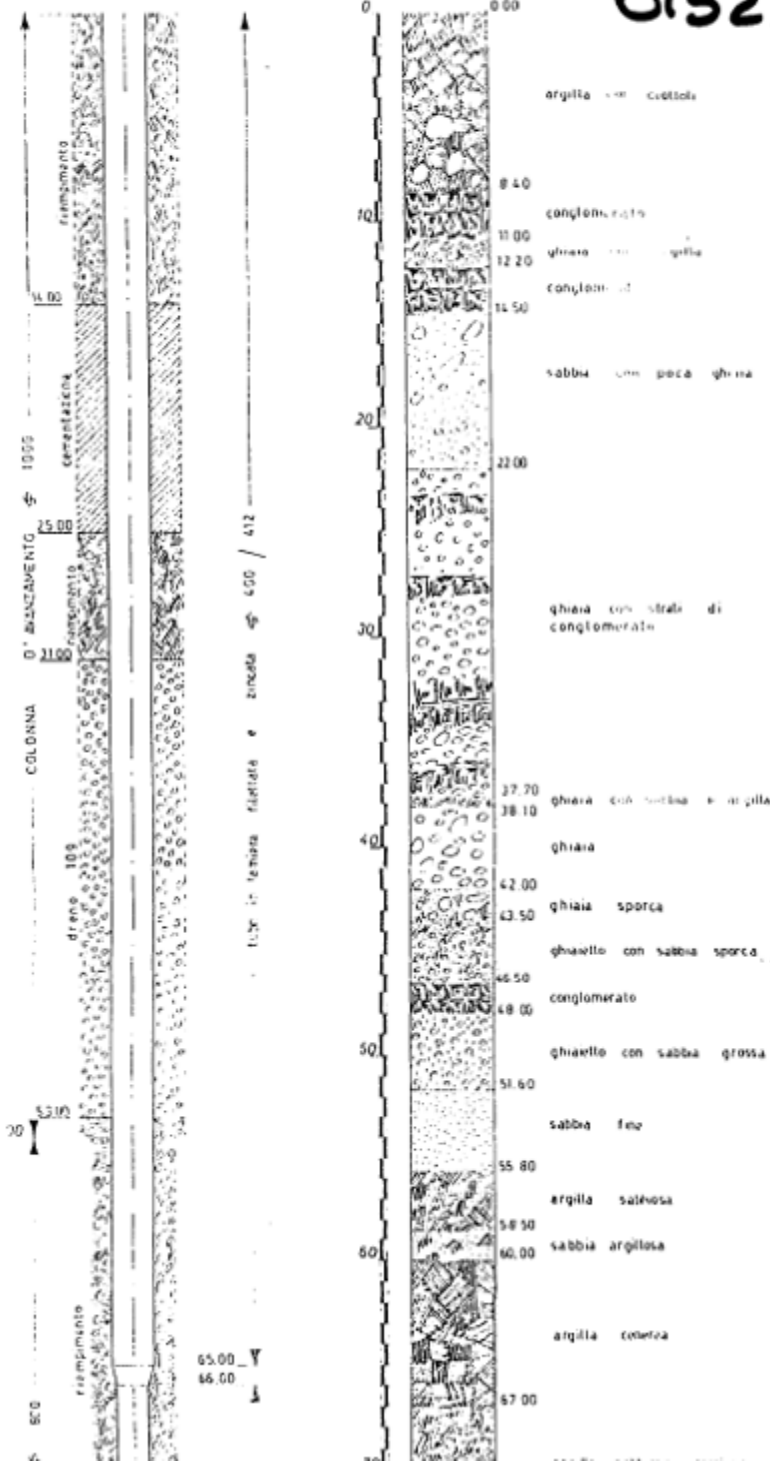
(3)

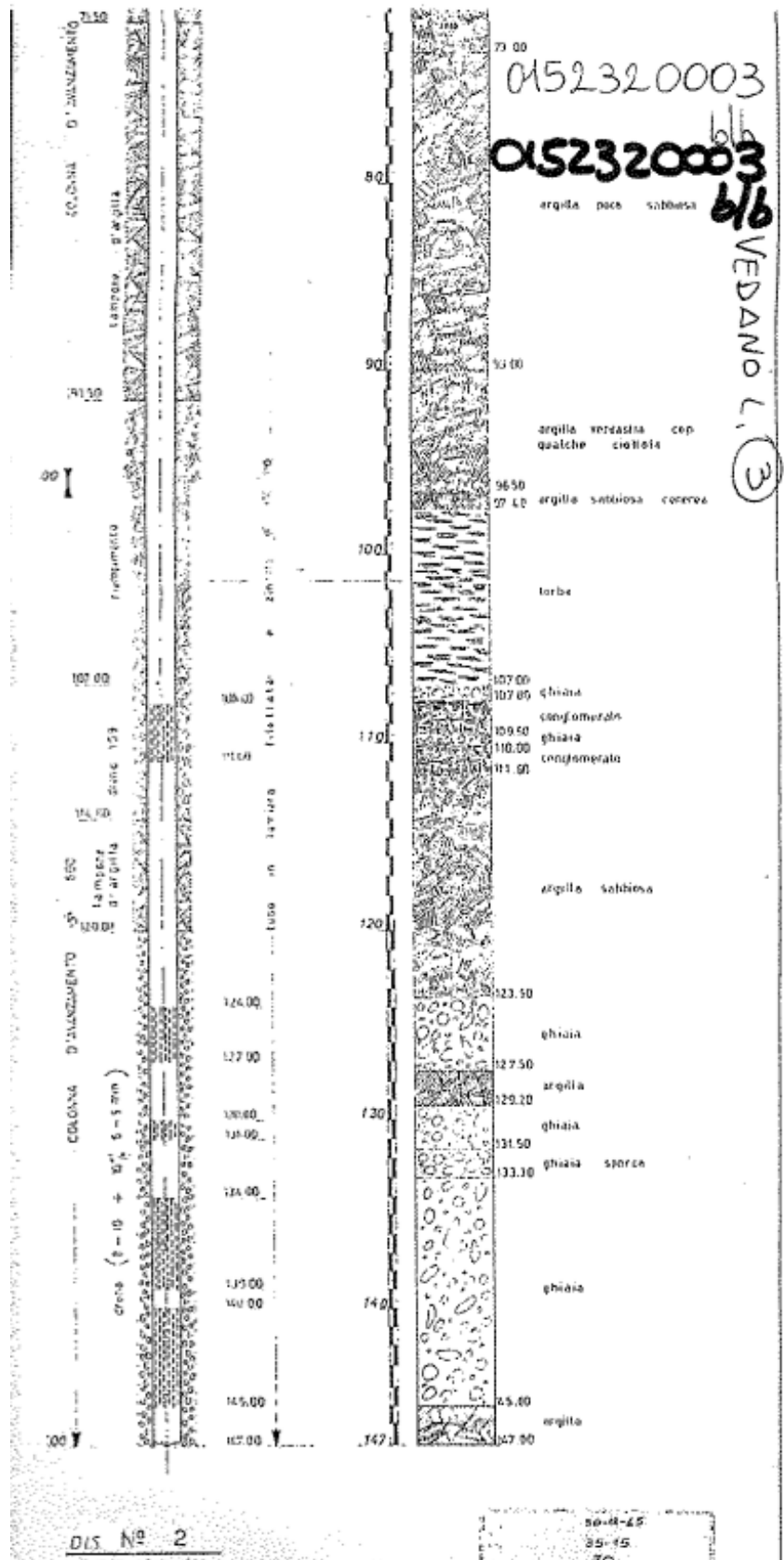
0152320003

2/b

0152320003

2/b





0152320004 s/c

CONSORZIO PER L'ACQUA POTABILE AI COMUNI DELLA PROVINCIA DI MILANO
 RIPARTIZIONE GEOLOGIA

Acquedotto di VEDANO AL LAMBRO
 Comune di Vedano al L. - Via Italia

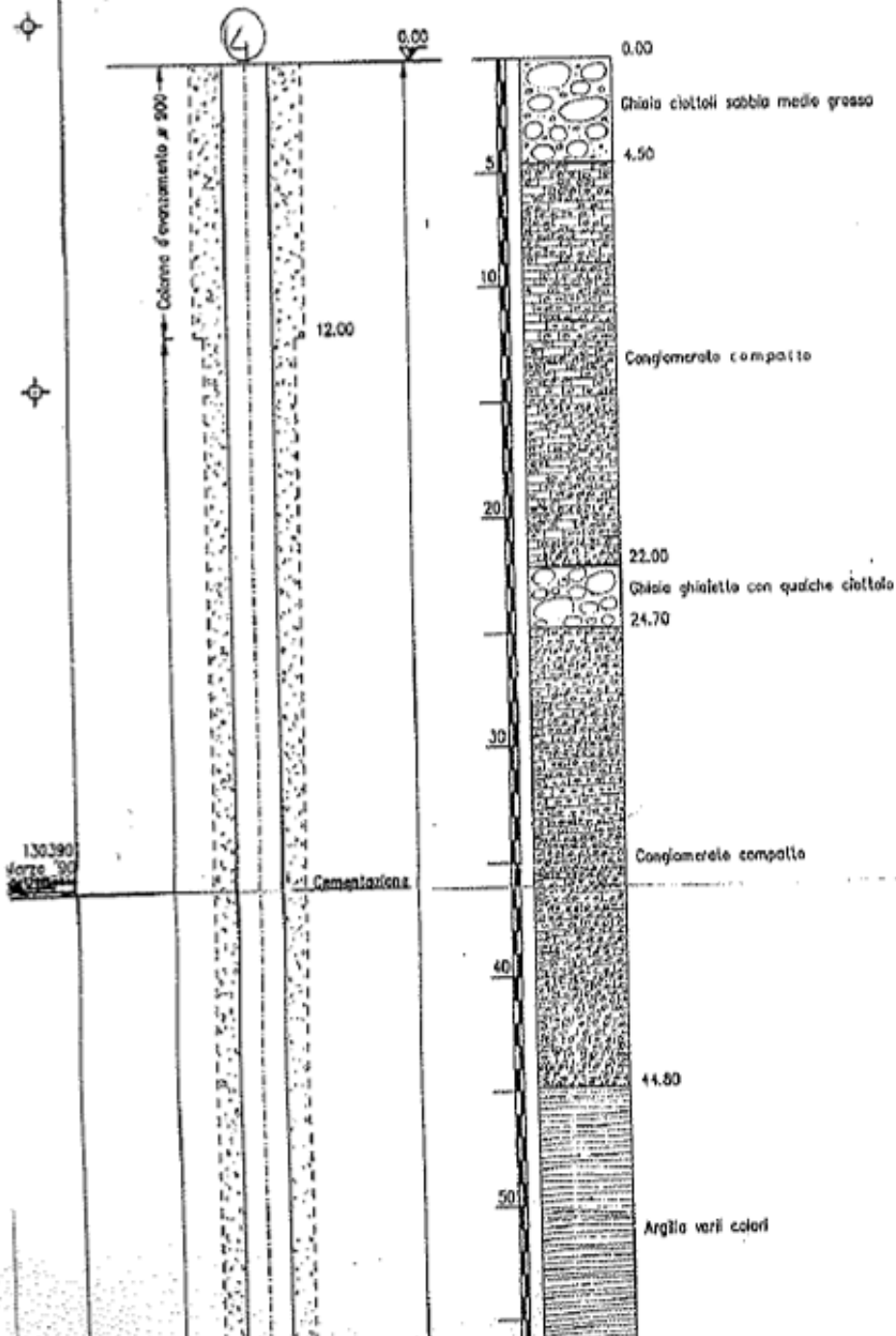
0152320004

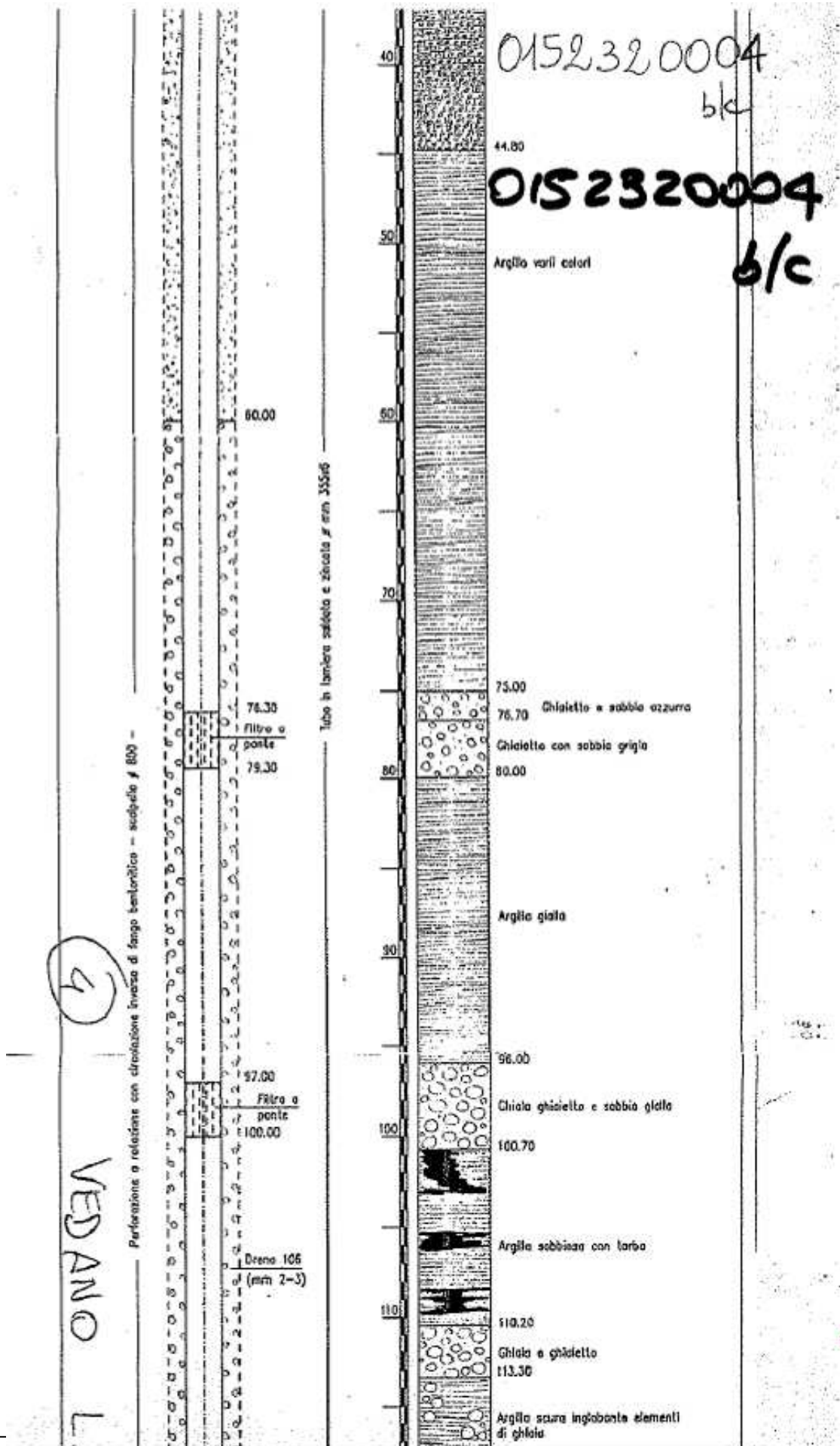
POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

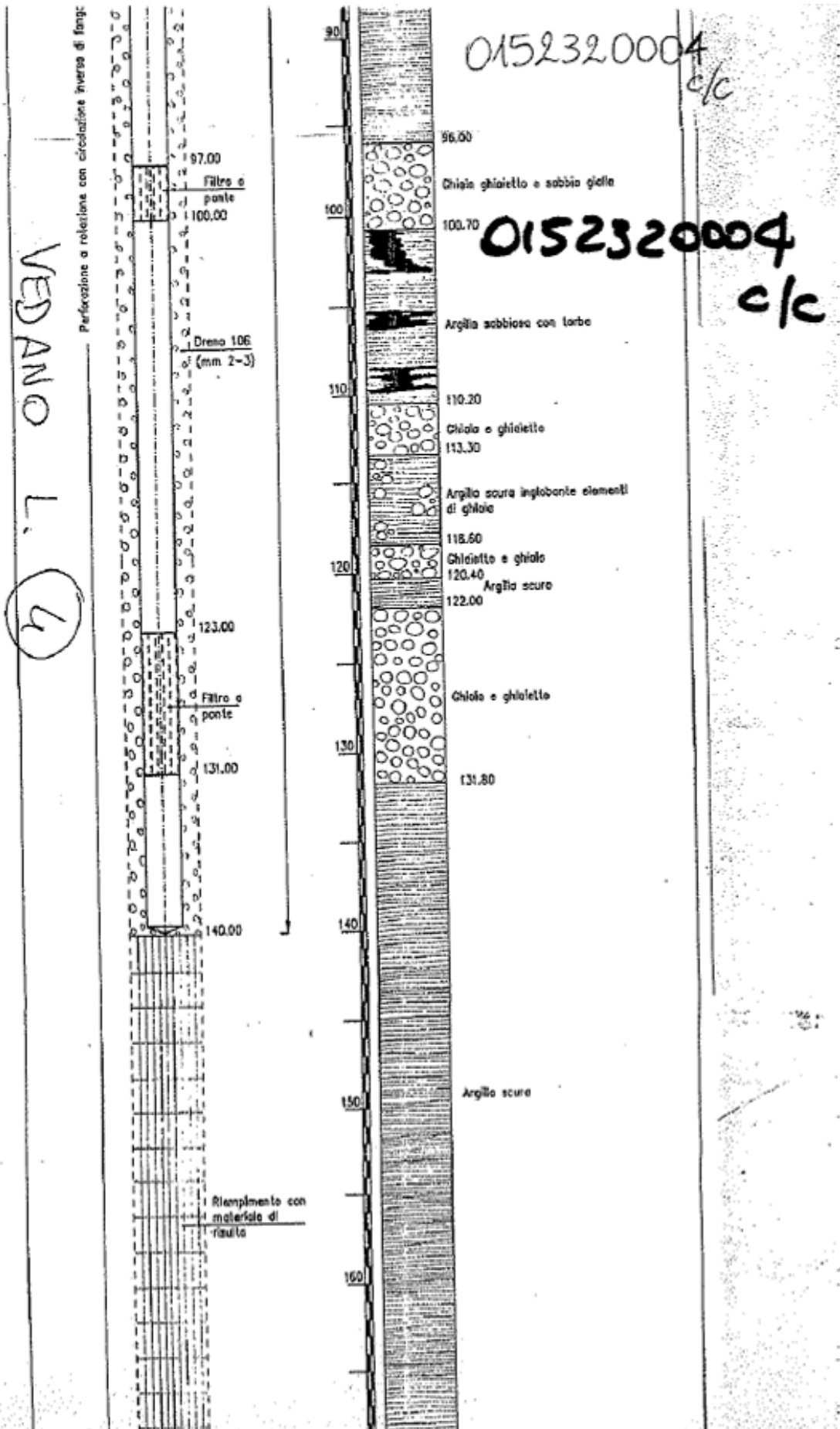
ak

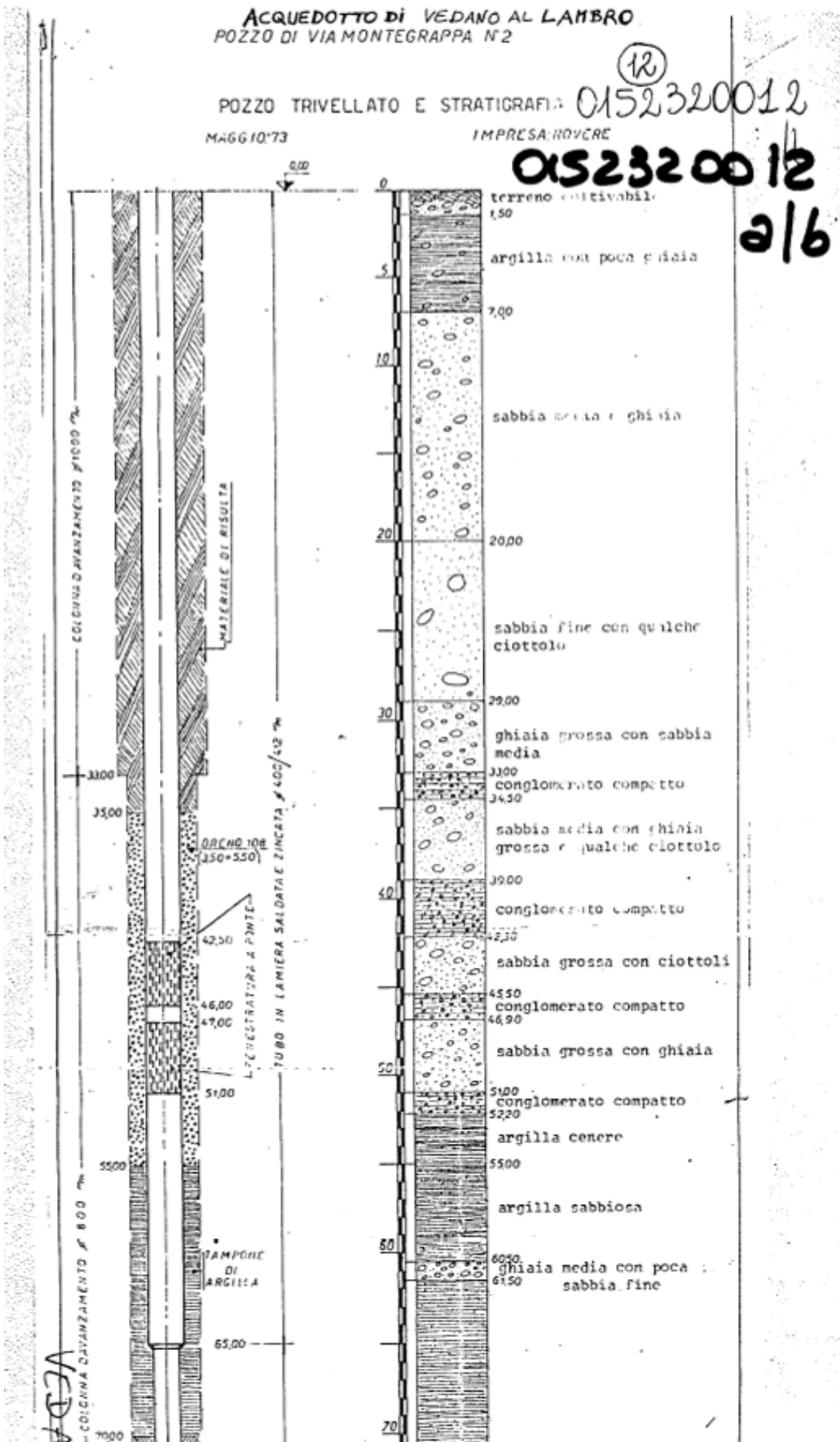
Date	31/10/89	31/10/89	31/10/89
Lic. statico m	38,70	38,70	38,70
Portata l/s	41,65	37,00	24,10
Lic. dinamico m	54,50	51,90	37,90

Pozzo n. 4
 Data Ottobre 1989
 Impresa NEGRETTI

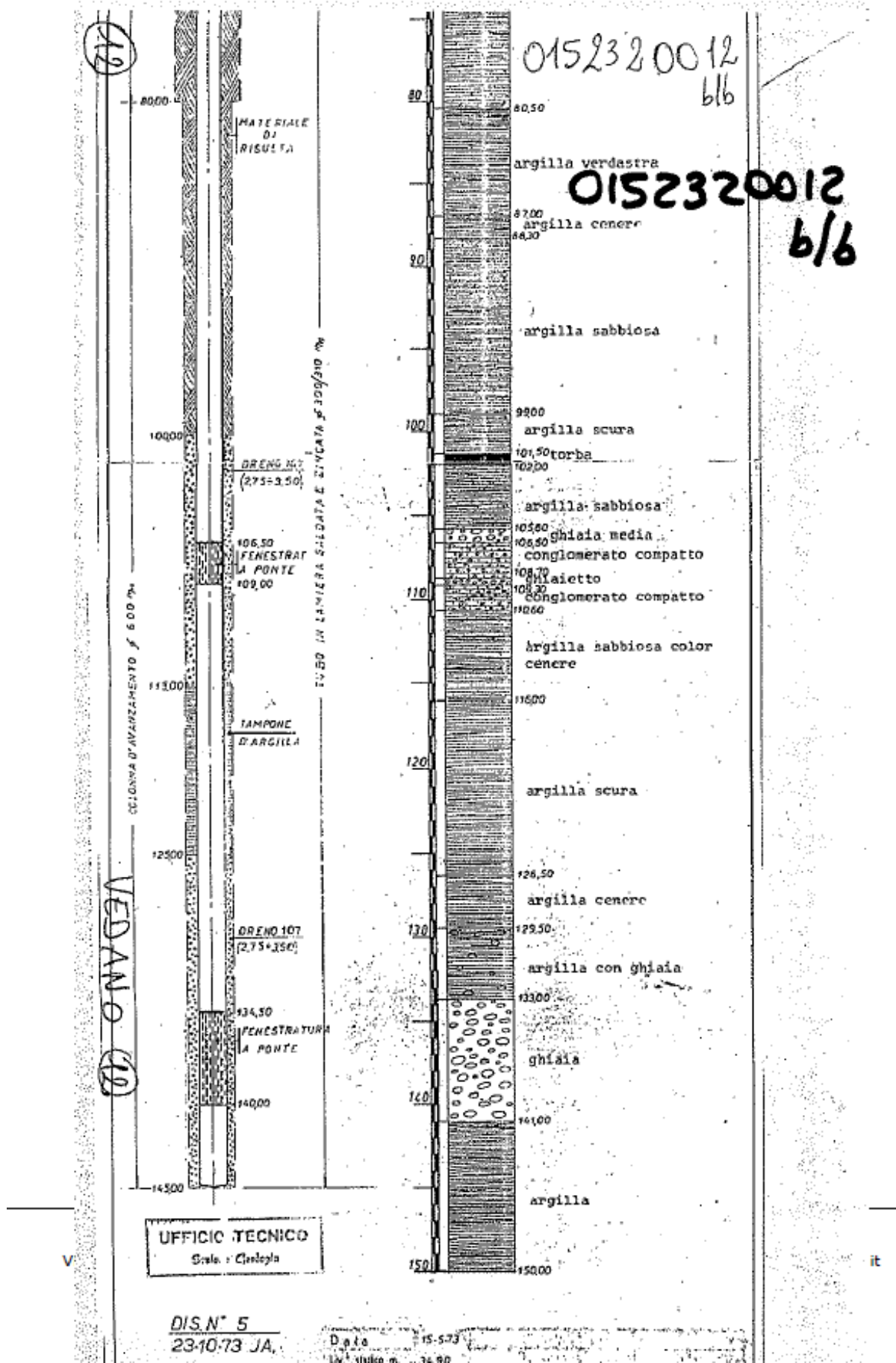








Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale del territorio comunale di Vedano Al Lambro (Mb) 48



Acquedotto di B.R.V. **0152320013**
 Comune di VEDANO AL LAMBRO - VIA ALFIERI

POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

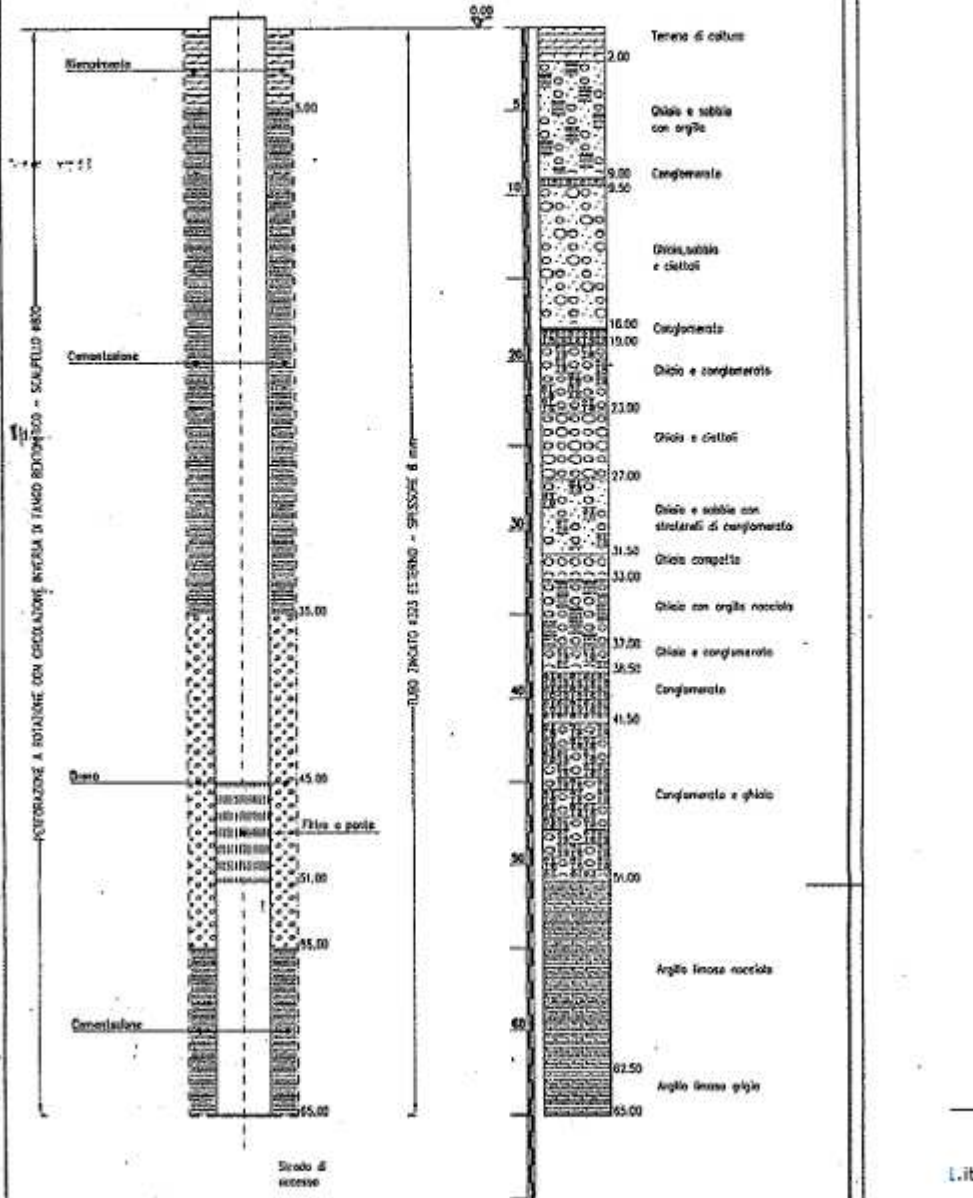
Pozzo n. 13

0152320013

Data Marzo 1994

Impresa DELLA TORRE

Data	29/3/94	29/3/94	29/3/94	29/3/94
Qu. statico m	37.43	37.83	37.83	37.83
Partita l/s	3.00	10.00	13.15	22.42
Qu. dinamico m	35.00	35.52	35.12	40.21



C.A.P. - MILANO
 RIPARTIZIONE GEOLOGIA
 Acquedotto di B.R.V.
 Comune di VEDANO AL L. VIA ALFIERI

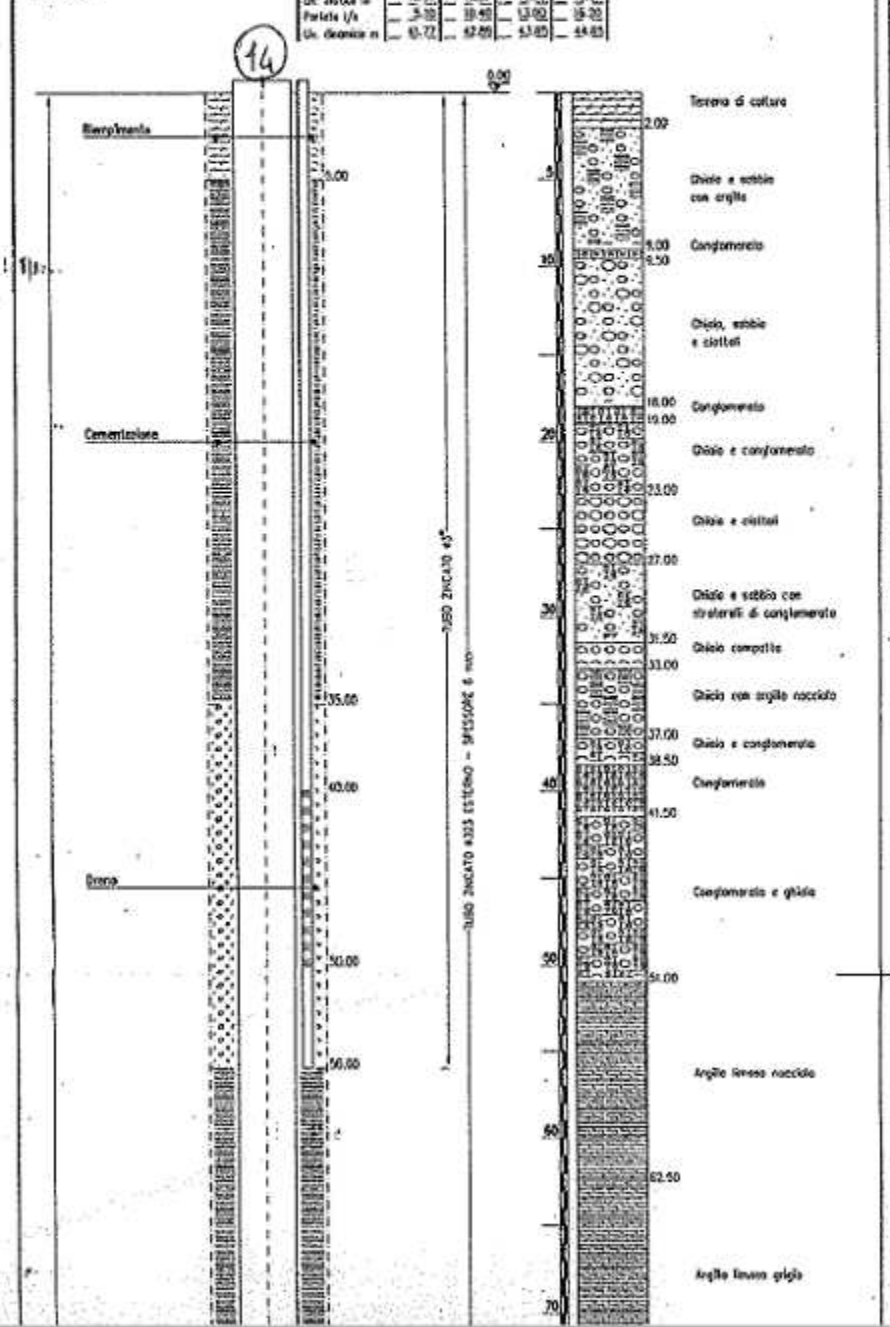
0152320014
 a/c

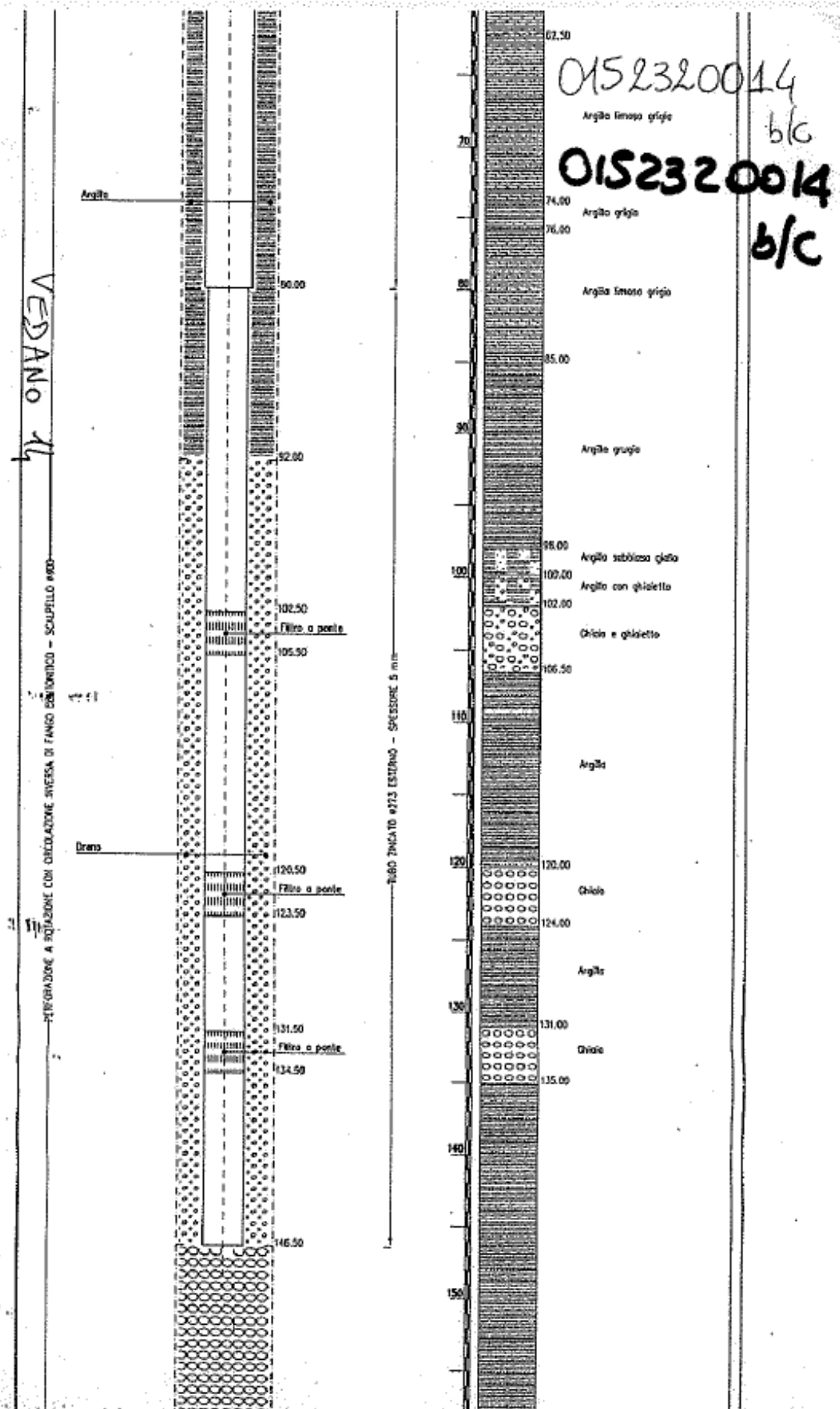
POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

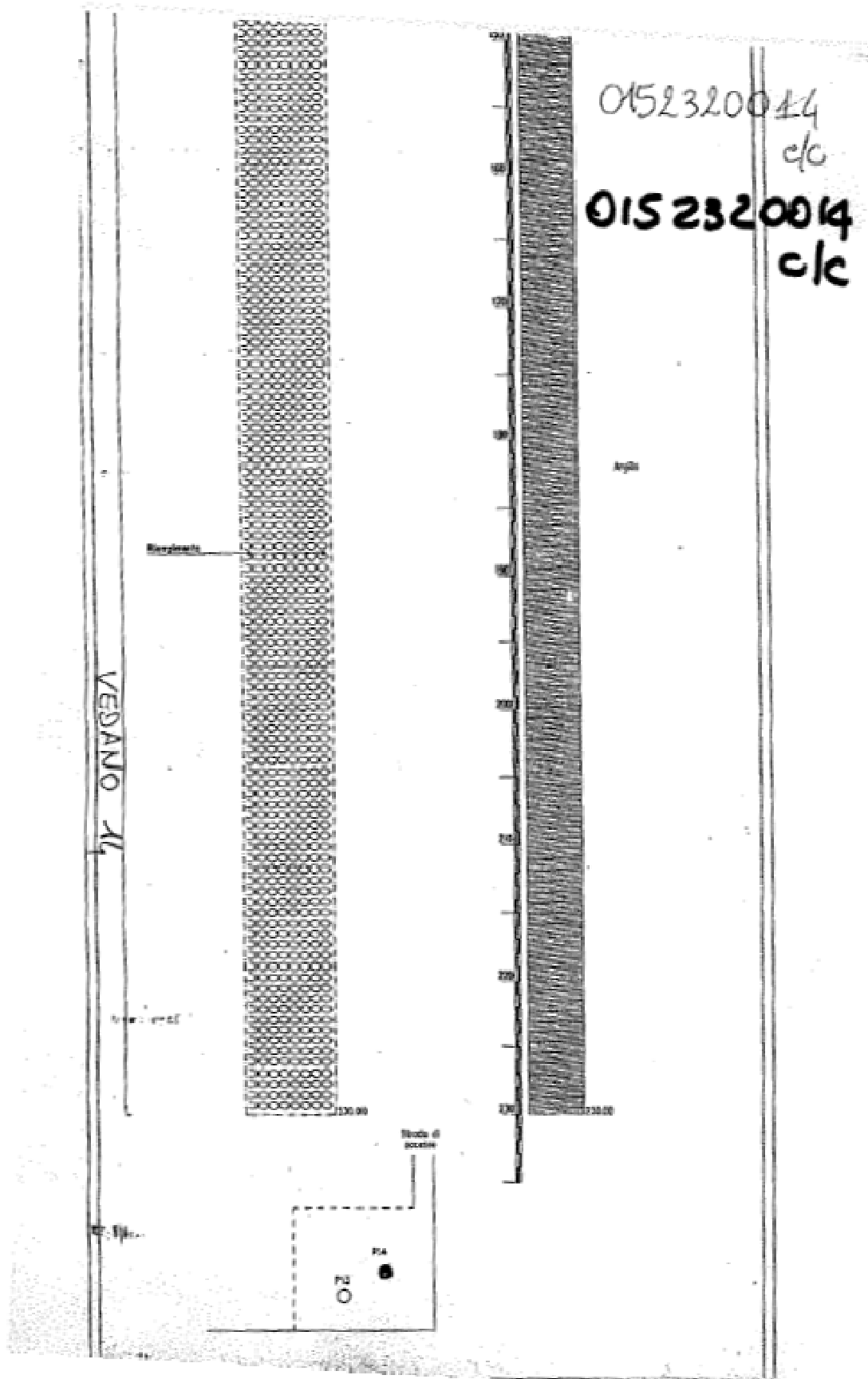
Pozzo n. 14
 Data Marzo 1994
 Impresa DELLA TORRE

0152320014
 a/c

Boto	31/3/94	31/3/94	31/3/94	31/3/94
Uc. sabbia m	40-47	40-47	40-47	40-47
Parole l/a	3-10	10-20	13-20	15-20
Uc. ghiaia m	10-22	12-20	13-20	14-20







6.2 Aree con presenza di cavità nel sottosuolo

Buona parte del territorio comunale è interessato da un fenomeno particolare definito comunemente come “occhi pollini”. Si tratta di cavità di grandezze variabili da pochi centimetri ad alcuni metri, subsferiche, generalmente a fondo piatto e volta a cupola rivestiti da sedimenti fini argillosi, che si possono manifestare a profondità comprese tra pochi decimetri sotto il piano campagna sino a 20 m circa.

Queste cavità si formano prevalentemente in depositi alterati antichi e il meccanismo genetico è legato ad erosione sotterranea dovuta a fenomeni di piping, favorito anche dalle variazioni del livello di falda sia per cause naturali che antropiche. Gli ultimi stadi dell’erosione sotterranea portano al manifestarsi di sprofondamenti (doline di crollo) e voragini dovuti al collasso della volta dell’”occhio pollino”.

In genere, la presenza di un “occhio pollino” nel sottosuolo non comporta particolari manifestazioni superficiali; inoltre, non essendo associabili a strutture e morfologie ben definite, difficilmente è possibile riconoscere un areale interessato da “occhi pollini” nel sottosuolo.

Da un punto di vista geotecnico, possono essere individuati tramite indagini geognostiche, quali prove penetrometriche o sondaggi, e scavi che ne intercettano le cavità, anche se le prove stesse, in quanto indagini puntuali, non consentono di definire puntualmente lo sviluppo del reticolo degli “occhi pollini”.

Le problematiche legate alla loro presenza sono dovute a cedimenti differenziali anche di notevole importanza dei terreni, che si possono generare anche successivamente alla realizzazione delle opere.

Poichè gli occhi pollini sono un fenomeno legato alla circolazione di acqua nel sottosuolo, ogni cambiamento del regime idrico sotterraneo può portare alla formazione di nuovi fenomeni o all’allargamento di cavità preesistenti.

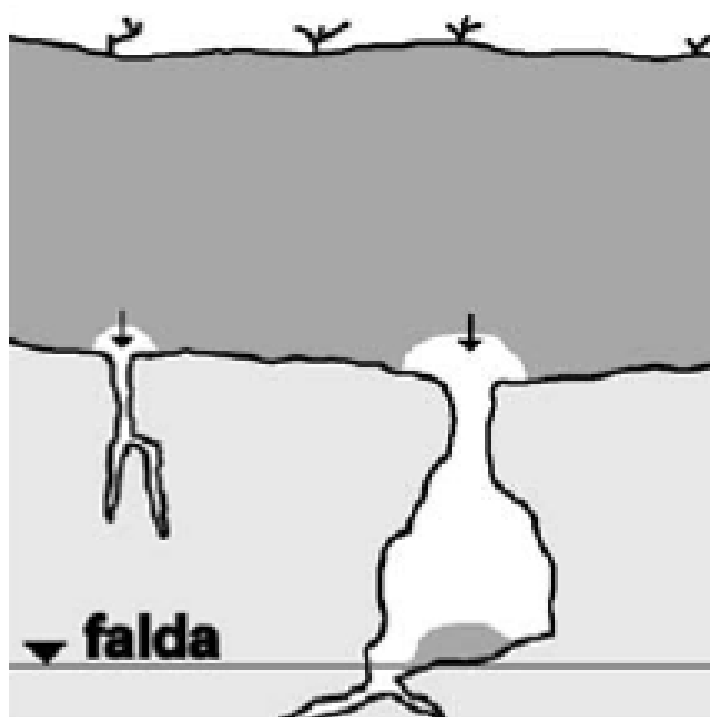


Esempio di Vuoto Pollino

Per questo motivo devono essere considerate zone particolarmente a rischio quelle in prossimità dei pozzi per acqua e inoltre deve essere evitata ogni immissione concentrata di acqua nel sottosuolo. La tecnica dei pozzi perdenti, che consente di smaltire ingenti quantitativi di acqua, deve essere il più possibile evitata.

Nel caso sia indispensabile la installazione di un'opera di questo tipo deve essere tenuto presente che essa può portare alla formazione di cavità e quindi provocare cedimenti fino a distanza non calcolabili a priori.

Assolutamente da evitare è la tecnica, ancora oggi usata, di sfruttare gli occhi pollini come pozzi perdenti naturali, con l'evidente conseguenza di favorire l'erosione subsuperficiale.



Sezione schematica Occhio Pollino

6.3 Pericolosità da liquefazione

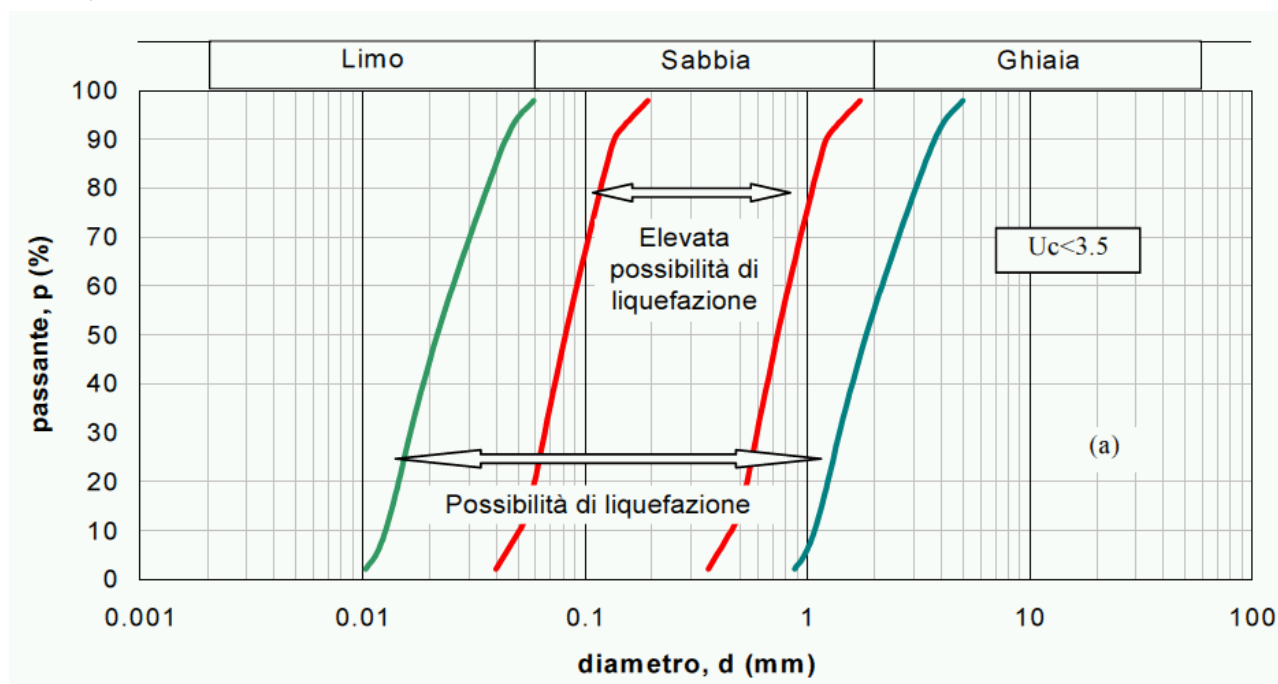
Ai fini dello studio del pericolo di liquefazione risultano determinanti sia le caratteristiche stratigrafiche che sismiche ed idrogeologiche del territorio, così come indicato dalle Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018).

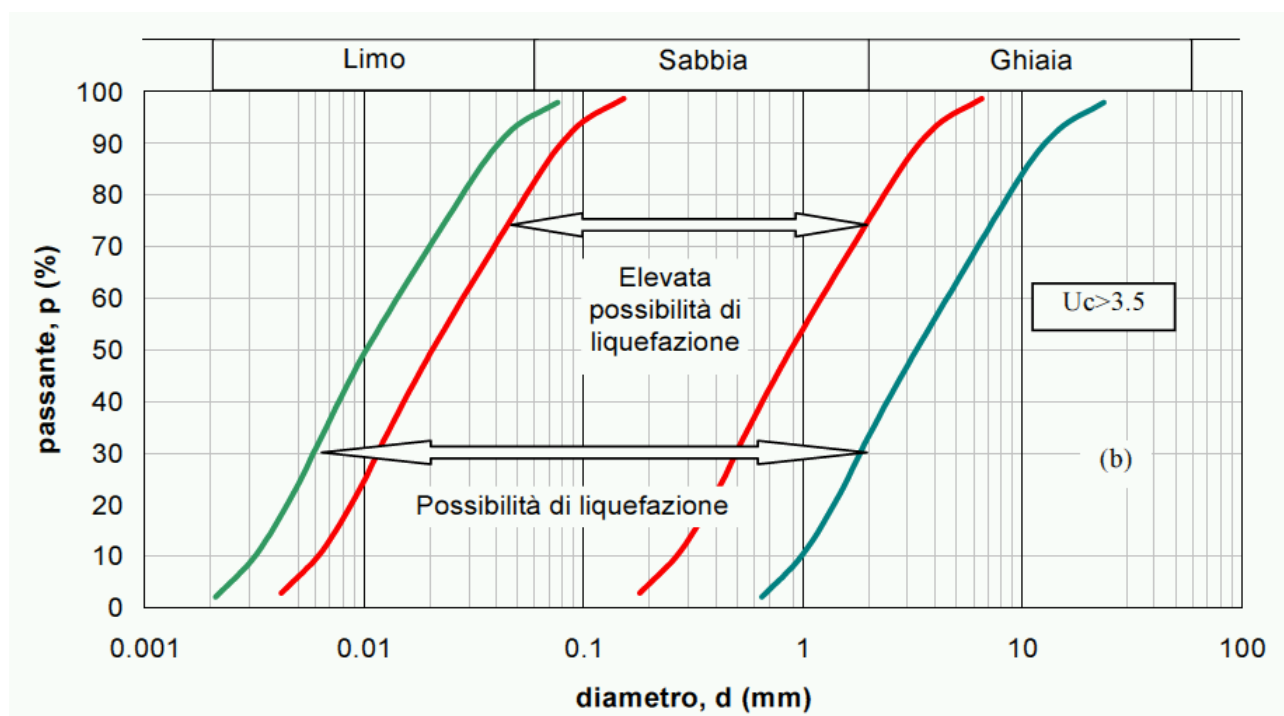
Le NTC 2018, infatti, definiscono le condizioni che determinano il fenomeno della liquefazione individuando, nel contempo, anche i criteri che permettono di escludere il fenomeno stesso anche in assenza di verifiche specifiche.

La liquefazione rappresenta lo stato raggiunto da terreni sabbiosi sciolti saturi quando perdono la loro resistenza al taglio come conseguenza di un incremento delle pressioni interstiziali. Tali fenomeni possono verificare grandi deformazioni del terreno, comportando danni sia lievi che catastrofici.

Secondo le NTC18 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 1(a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.





Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno a differente coefficiente di uniformità: a) $U_c < 3,5$; b) $U_c > 3,5$ (fonte: AGI, 2005)

Altre considerazioni possono essere fatte sull'età del deposito, sulla storia sismica, sul grado di addensamento e sulla granulometria. Un terreno con un basso grado di addensamento (indice dei vuoti elevato e bassa densità relativa) per esempio avrà maggiore probabilità che raggiunga lo stato di liquefazione; di conseguenza un deposito antico, a parità di condizioni, sarà meno soggetto a liquefazione perché nella sua storia avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti.

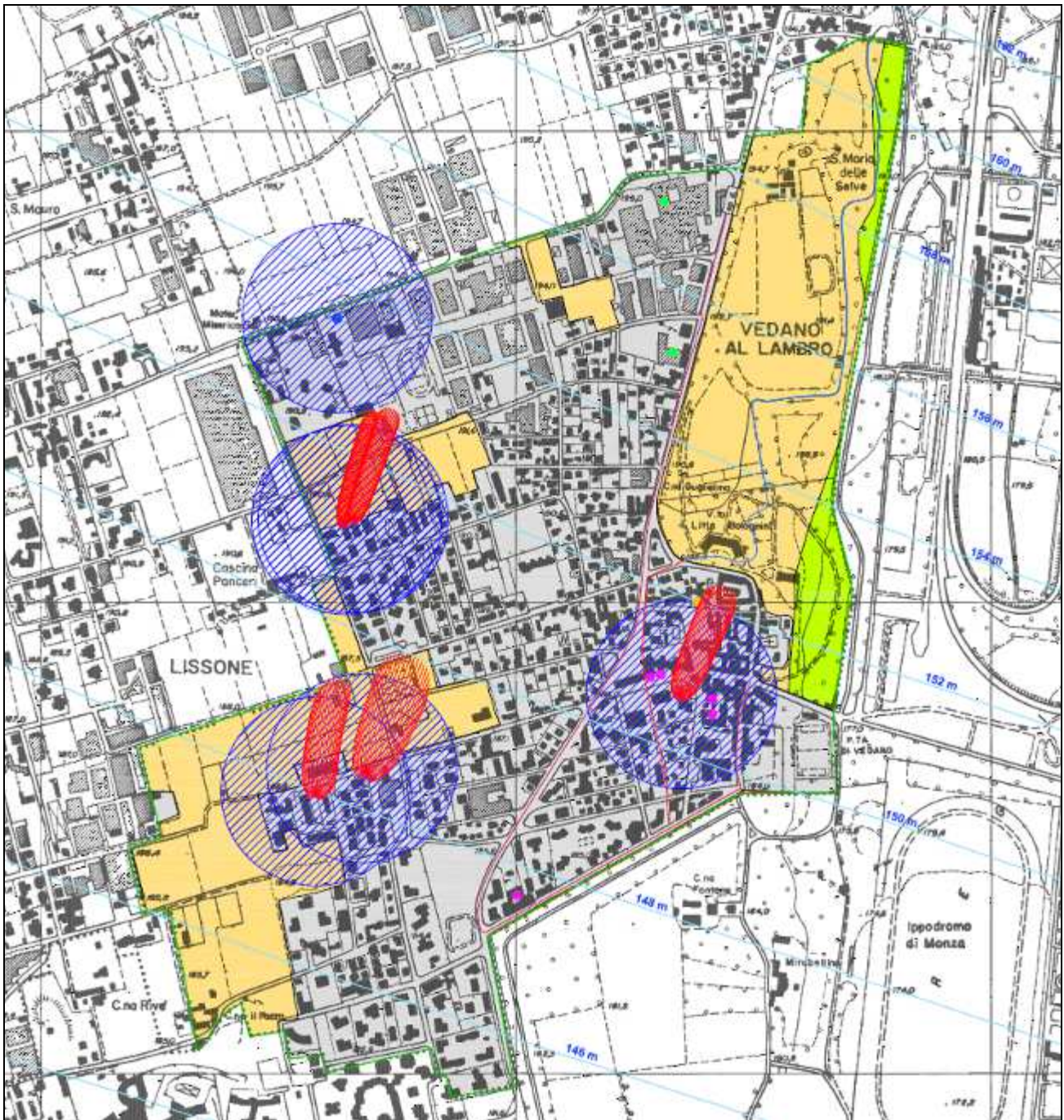
Nell'ambito del presente studio la valutazione della pericolosità da liquefazione è stata condotta verificando in primo luogo la presenza di strati a granulometria prevalentemente sabbiosa nel primo sottosuolo e determinando l'entità della loro interferenza con la falda freatica, in rapporto all'intensità delle sollecitazioni sismiche in termini di accelerazione massima in superficie.

6.4 Soggiacenza della falda

La soggiacenza della falda è posta tra le quote assolute di 162 m s.l.m. nella porzione settentrionale e 146 m s.l.m. nella porzione meridionale del territorio comunale.

Quindi la falda acquifera è posta tra -20 m e -35 m da p.c.

Di seguito si riporta la carta idrogeologica tratta dallo studio comunale:



Carta idrogeologica - Dott. Geol. Giovanna Sacchi- 2010

7. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE DEL COMUNE DI VEDANO AL LAMBRO (D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 - N.9/2616)

La normativa regionale, prevede per tutti i Comuni, la redazione della Carta della pericolosità sismica locale. Nella carta deve essere riportata la perimetrazione areale degli scenari di pericolosità secondo quanto stabilito dalla normativa regionale.

7.1 Carta della pericolosità sismica locale del comune di vedano al lambro (1° livello) - scenari di pericolosità sismica locale e possibili effetti indotti

L'esame della documentazione analitica di base e l'osservazione dettagliata dell'assetto morfologico del territorio ha consentito l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale di seguito descritti in grado di dar luogo ad apprezzabili modificazioni dello spettro di risposta elastica.

Z2 – Zone con terreni di fondazione potenzialmente particolarmente scadenti

Z4a – Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi

L'intero territorio comunale di Vedano al Lambro, in ragione della presenza di depositi alluvionali in corrispondenza dell'area di fondovalle del F. Lambro e di depositi fluvioglaciali nelle aree di pianura, è attribuibile allo scenario Z4a ove sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica attesa, conseguenti a fenomeni di amplificazione litologica.

8. SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

7.1 Campagna di indagine

Le metodologie d'indagine impiegate sono di tipo indiretto non invasive e hanno comportato l'utilizzo di:

- n. 1 sismografo Geode a 24 bit per registrazione MASW,
- n. 24 geofoni verticali a frequenza 4,5 Hz,
- n. 2 cavi da 12 canali,
- una massa battente da 8 kg e idonea piastra di battuta in alluminio,
- un pc portatile e batteria di alimentazione a del sistema a 12 volt.

Le attività in campo sono consistite nella realizzazione di stendimenti sismici lineari mediante il posizionamento di n.2 cavi da 12 geofoni ciascuno a 4.5Hz ad equidistanza compresa tra 2 e 5 m per la registrazione delle prove sismiche di tipo Masw.

Nel corso della prova MASW l'energizzazione è stata prodotta con massa battente di 8 kg con registrazione ai lati a distanza pari all'equidistanza intergerofonica.



Particolare strumentazione

Nel corso dell'indagine sono state impiegate differenti metodologie di acquisizione del segnale sismico finalizzate alla migliore definizione del modello sismostratigrafico nel punto d'indagine. L'analisi congiunta dei risultati ha consentito la determinazione del modello in termini di velocità V_s , la definizione del parametro V_{s30} e l'individuazione della profondità del substrato con $V_s > 800$ m/s.



Particolare strumentazione

La metodologia sismica attiva con registrazione di prove MASW è stata finalizzata alla migliore risoluzione nel campo di frequenza rappresentativo della porzione sismostratigrafica più superficiale del modello (0-30 m),

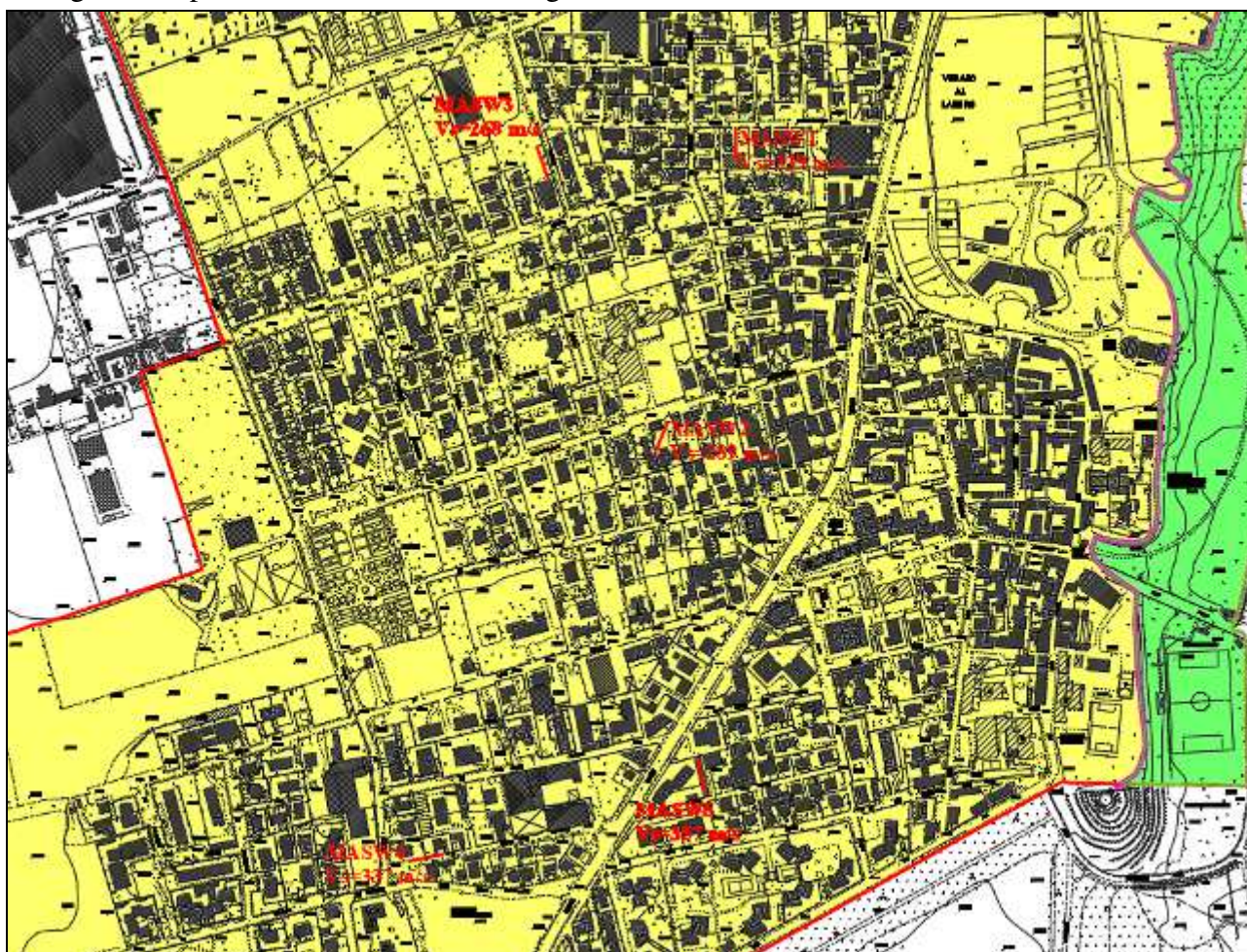
Nel corso dell'indagine sono state utilizzate particolari tecniche esecutive che hanno migliorato il dataset acquisito ai fini di una migliore interpretazione dei risultati.

In primo luogo, nel corso delle prove MASW, l'energizzazione è stata effettuata su entrambi i lati anche a distanze superiori pari a 2 e 3 volte la distanza intergeofonica su ogni lato ed in posizione centrale per una migliore risoluzione statistica e analitica dei risultati.

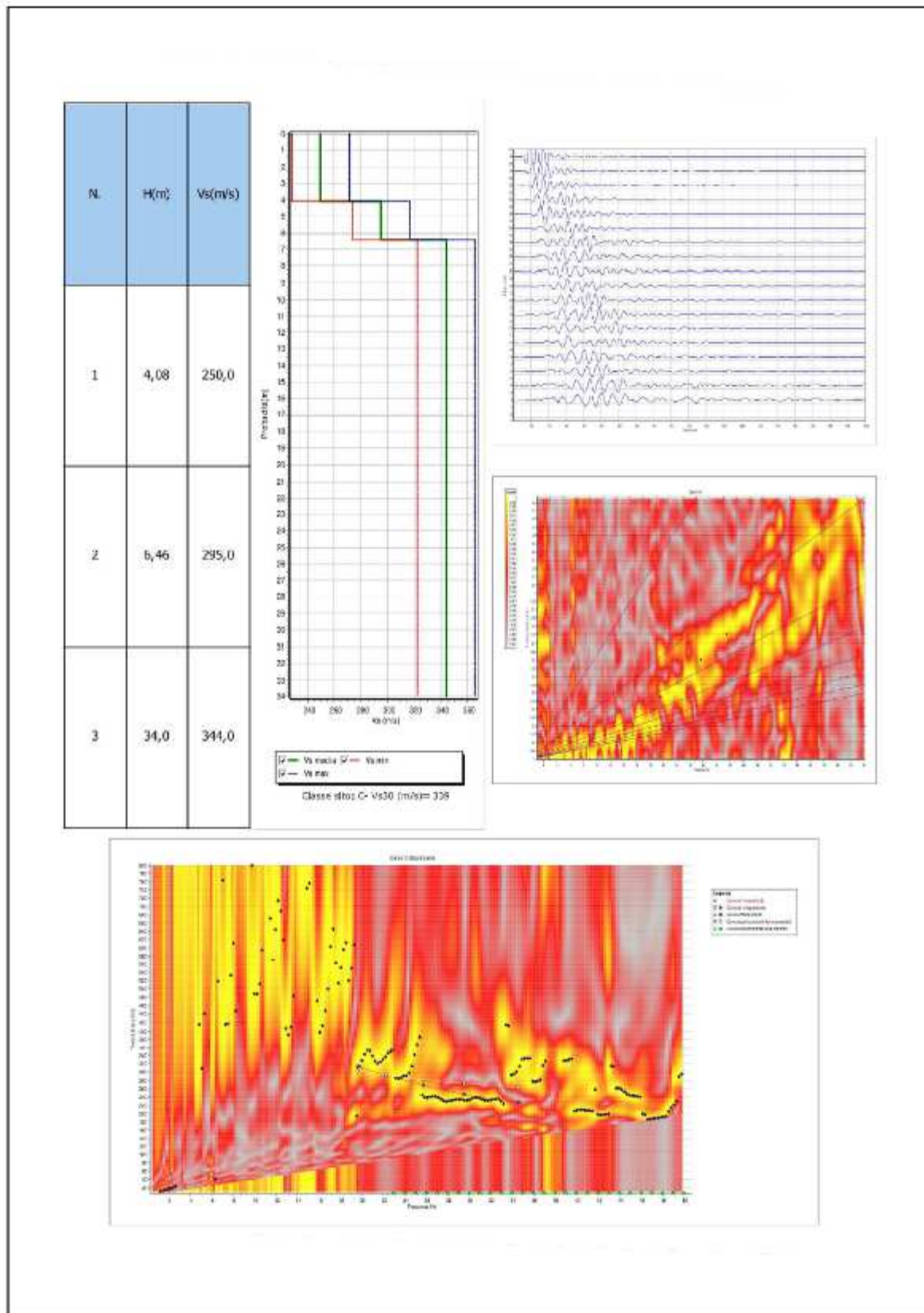
L'indagine sismica è finalizzata all'applicazione della metodologia di analisi proposta dalla DGR 2616/2011 nella quale si prescrive di valutare il Fattore di amplificazione attraverso l'utilizzo degli abachi proposti nell'allegato, basati sull'individuazione del profilo delle Vs e della litologia.

Preliminarmente alla definizione del programma di indagine definitivo è stato analizzato il patrimonio informativo disponibile presso il comune in esame. Sono in particolare state analizzate le pratiche edilizie riguardanti interventi di nuova edificazione o riguardanti nuove strutture in cemento armato realizzate successivamente all'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) le quali richiedono la classificazione sismica del terreno di fondazione e di conseguenza l'acquisizione dei dati necessari per la sua determinazione.

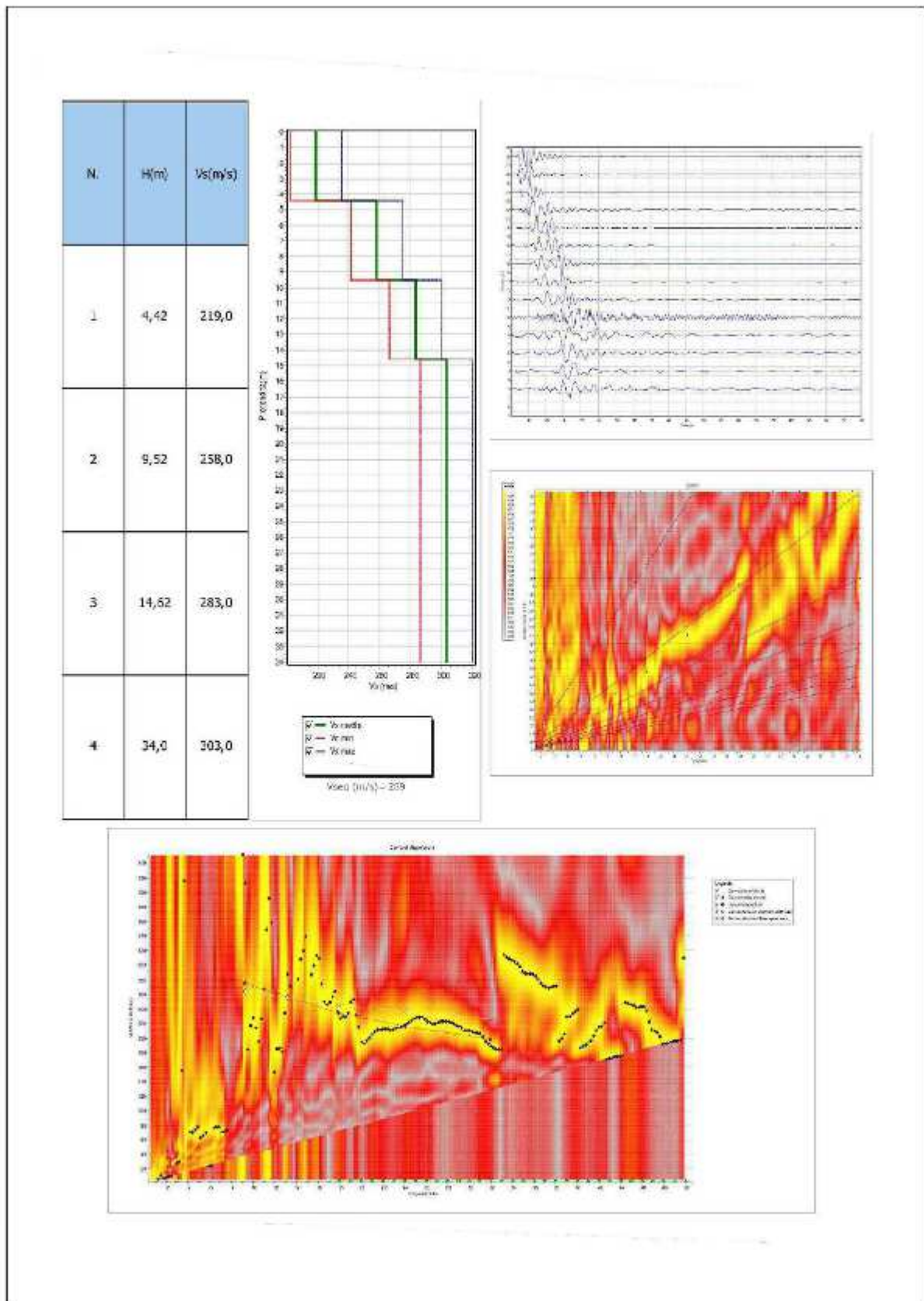
Di seguito si riporta l'ubicazione delle indagini effettuate:



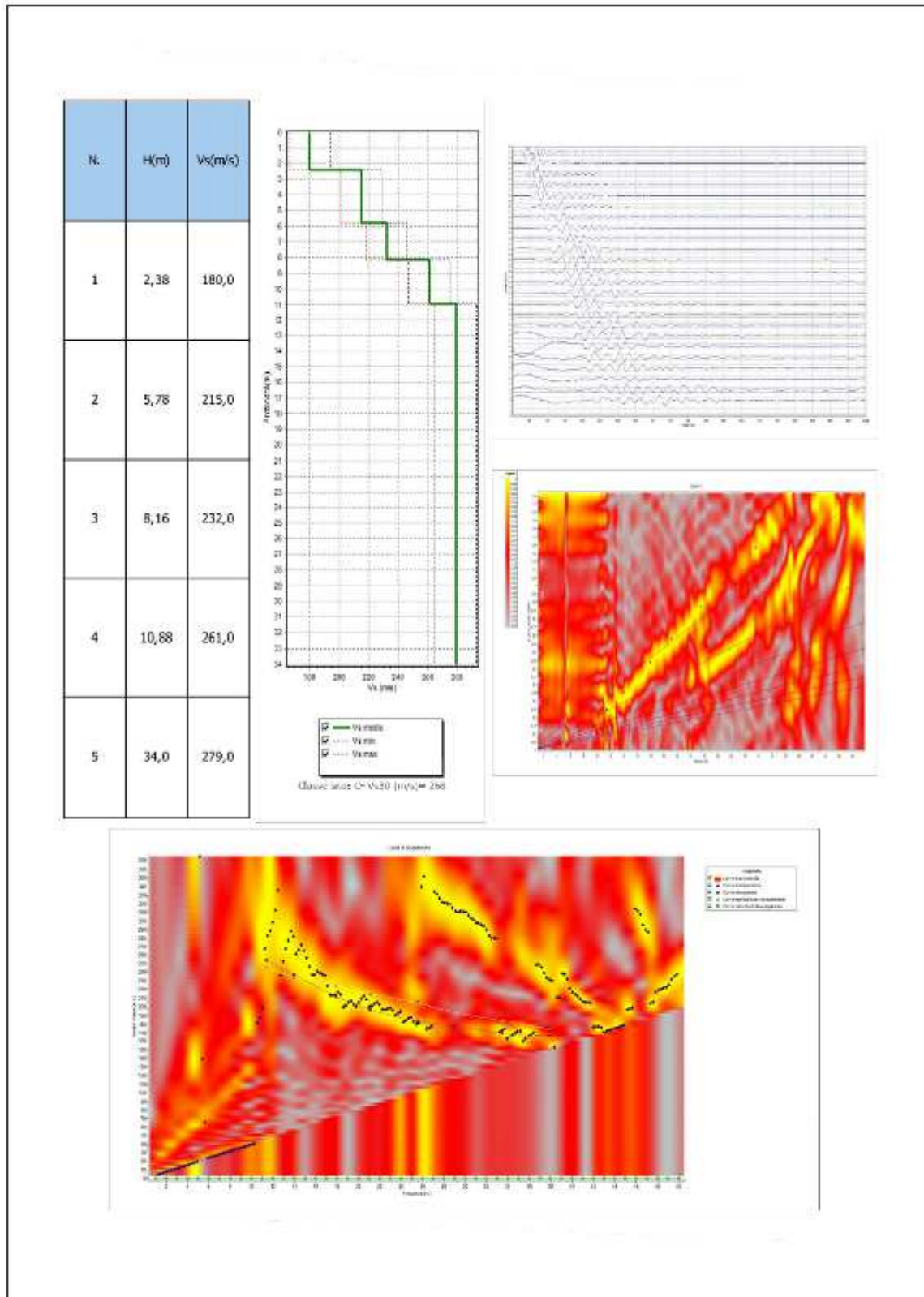
Ubicazione stendimenti sismici MASW



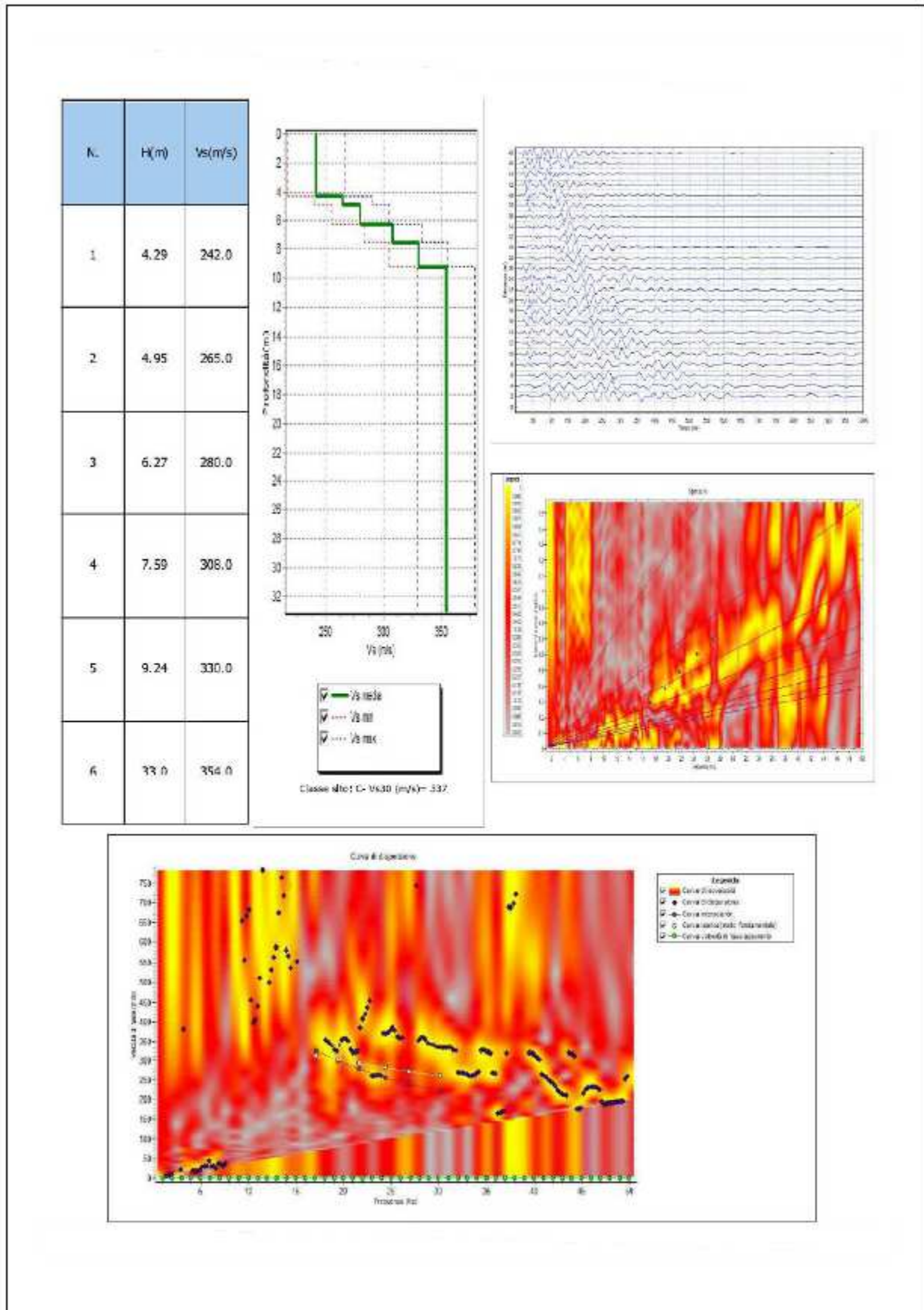
Stendimento sismico MASW di Via Carducci



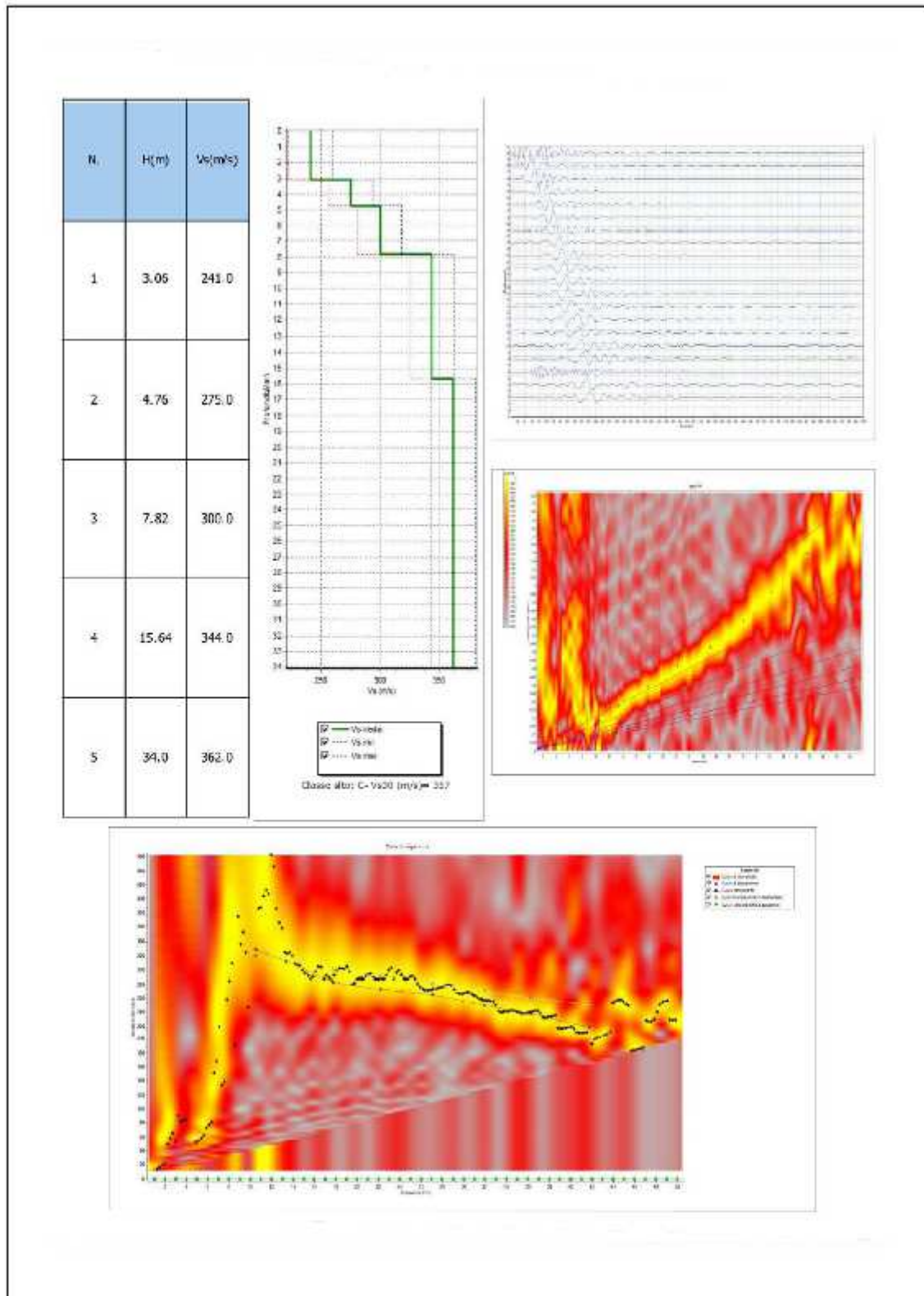
Stendimento sismico MASW di Viale rimembranze



Stendimento sismico MASW di Via Parada



Stendimento sismico MASW di Via Gramsci



Stendimento sismico MASW di Via Trieste

9. ANALISI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

Gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Gli effetti di amplificazione litologica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Come indicato dalla Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374, il valore di F_a determinato per le differenti zone deve essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo (Norme Tecniche per le Costruzioni) soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati informato .xls (soglie_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dallanormativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo considerati.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle V_s con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s; la conoscenza degli spessori e delle V_s è stata ottenuta attraverso l'utilizzo di metodi di indagine diretti ed indiretti, in grado di fornire un modello geologico e geofisico del sottosuolo attendibile in relazione alla

situazione geologica del sito e il più dettagliato possibile nella parte più superficiale per una corretta individuazione dello strato superficiale; in mancanza del raggiungimento del bedrock ($V_s \geq 800$ m/s) sulla base delle indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di V_s con la profondità, tale da raggiungere il valore di 800 m/s;

- spessore e velocità di ciascun strato;

- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, è stata individuata la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- una scheda per le litologie prevalentemente sabbiose.

Da un punto di vista generale la scelta delle schede dovrà essere effettuata seguendo le indicazioni della DGR IX/2616 ed in particolare secondo il seguente schema procedurale:

- una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di V_s con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento delle V_s con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di V_s inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2,
- in presenza di una litologia non contemplata dalle schede di valutazione allegate si potrà utilizzare a scheda di valutazione che presenta l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine;
- nel caso esista la scheda di valutazione per la litologia esaminata ma l'andamento delle V_s con la profondità non ricade nel campo di validità della scheda potrà essere scelta un'altra scheda che presenti l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine;
- nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di V_s con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte;
- in presenza di alternanze litologiche con inversioni di velocità con la profondità si potrà utilizzare la scheda di valutazione che presenta l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine e si accetteranno anche i casi in cui i valori di V_s escano dal campo di validità solo a causa dell'inversione;
- all'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, utilizzando la matrice della scheda di valutazione, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1- 0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T_2 ;
- il valore di V_s dello strato superficiale riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (es: per un valore di V_s dello strato superficiale ottenuto dall'indagine pari a 220 m/s si sceglierà il valore 250 m/s nella matrice della scheda di valutazione);

- qualora lo strato superficiale abbia una profondità inferiore ai 4 m si utilizzerà, per la scelta della curva, lo strato superficiale equivalente, a cui si assegna una velocità V_s calcolata come media pesata del valore di V_s degli strati superficiali la cui somma supera i 4 m di spessore;
- il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello;

- il valore di F_a determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
 - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

I profili di velocità analizzati sono risultati compatibili solo con l'applicazione della scheda per le litologie prevalentemente sabbiose, nel seguito riportata.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

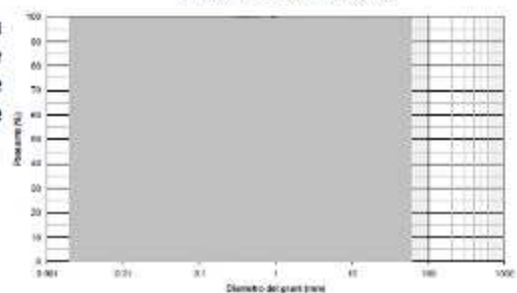
GRANULOMETRIA:

Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

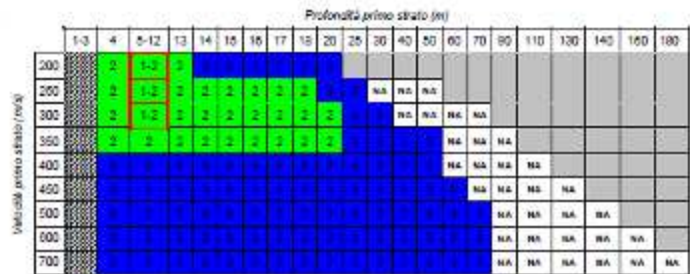
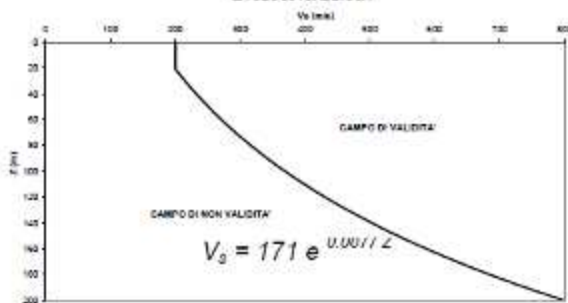
NOTE:

- Comportamento granulare
- Struttura granulo-sostenuta
- Clasti con $D_{max} > 20$ cm inferiori al 15%
- Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
- Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE V_s CON LA PROFONDITA' LITOLOGIA SABBIOSA

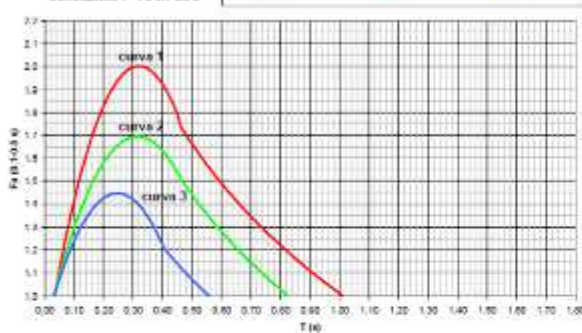


ove la sigla NA indica $F_a = 1$

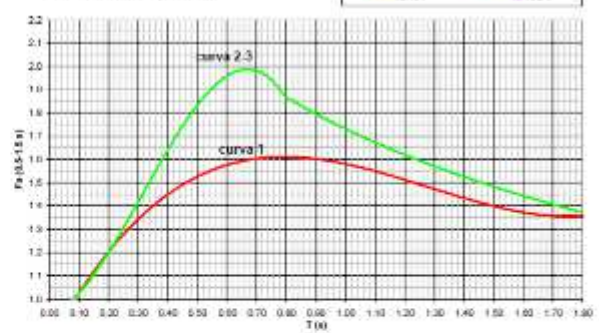
il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media V_s minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s



Correlazione T - Fa (0.1-0.5 s)



Correlazione T - Fa (0.5-1.5 s)



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.64$	$0.45 < T \leq 0.80$ $Fa_{0.1-0.5} = 0.83 - 0.89 \ln T$	$T > 0.80$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 < T < 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.96$	$0.50 < T < 0.55$ $Fa_{0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

Curva	0.08 ≤ T ≤ 1.80	
1	$Fa_{0.5-1.5} = 0.57 T^2 - 2.16 T + 2.30 T + 0.01$	
2	0.08 ≤ T < 0.80	0.80 ≤ T ≤ 1.80
3	$Fa_{0.5-1.5} = -6.11 T^2 + 0.79 T^2 + 0.44 T + 0.95$	$Fa_{0.5-1.5} = 1.16 - 0.61 \ln T$

Scheda di valutazione del fattore di amplificazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi

La scheda sopra riportata risulta essere indicativa in relazione alle indagini MASW effettuate sul territorio.

10. NORMATIVA PER LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

Di seguito vengono riportate sotto forma di articoli, le prescrizioni relative alla fase pianificatoria, alle quali assoggettare i terreni per minimizzare il rischio sismico.

Art. 1 La carta di Pericolosità sismica Locale del Comune di Vedano al Lambro individua differenti tipologie di risposta sismica dei terreni. La cartografia individua con i codici Z2 e Z4a le aree a diverso Scenario di Pericolosità Sismica Locale.

Tali scenari sono stati ricostruiti a partire dalle indicazioni contenute nell'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 (Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia, finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio) e successive integrazioni.

Z4A: Si tratta di superfici costituite da depositi fluviali e fluvioglaciali in prevalenza ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi, con buone caratteristiche geotecniche. Le stratigrafie consultate non evidenziano presenza di alternanze o contatti tra litotipi diversi.

La falda si attesta a profondità superiori ai 20 m da piano campagna. E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche e dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di circa 30 m da p.c., (profondità alla quale si considera generalmente $V_s > 800\text{m/s}$). Nel caso fossero riconoscibili o ipotizzabili variazioni laterali o verticali della successione stratigrafica (alternanze o sovrapposizioni di litotipi molto diversi), il progettista è tenuto alla verifica in sito del fattore di amplificazione dei terreni (F_a), attraverso il metodo ritenuto più opportuno.

Qualora il valore F_a misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 o dovrà essere declassata l'area.

Z2: Si tratta di una zona caratterizzata da orizzonti superficiali (primi 4-8 m di profondità da p.c. esistente) costituiti da terreni limosi sabbiosi sciolti in presenza di occhi pollini. La presenza di tali strutture è distribuita sul territorio del Comune di Vedano al Lambro in modo discontinua e disomogenea tipicamente a "macchia di leopardo".

E' necessaria la verifica del fattore di amplificazione F_a , attraverso il metodo ritenuto più opportuno. Qualora il valore F_a misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, riportato nella seguente tabella, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005 e s.m.i.

Si rimane comunque a disposizione per qualsiasi chiarimento.

COLICO, NOVEMBRE 2021

Dott. Geol. Maurizio Penati



Dott.ssa Geol. Marialuisa Todeschini

