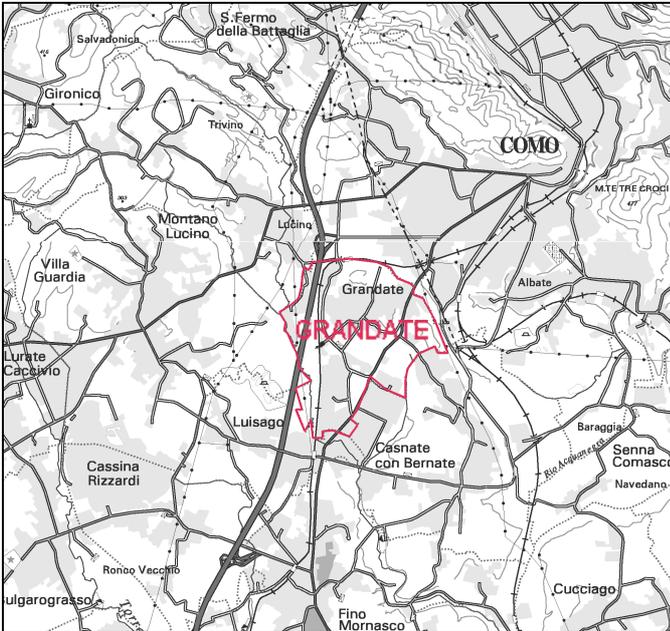


Dott. Geologo **LINDA CORTELEZZI**
Via Morazzone n. 3/A - 21049 TRADATE (VA)
Tel. e Fax. (0331)843568 – cell. 338-3613462
E-mail: geostudio1966@libero.it
P.I.02414970125 -C.F.:CRTLND66R70L319R



COMUNE DI GRANDATE

Provincia di Como

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L.R. n. 12/2005 - art. 57, comma 1; D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008

*Elaborati modificati a seguito del parere di compatibilità con il
PTCP della Provincia di Como (Prot. 19937 – n. 18 di registro del 22.04.2009)*



Linda Cortelezzi

MAGGIO 2009

SOMMARIO

1. PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA DI INDAGINE	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO	6
3.1 TEMPERATURA DELL'ARIA	6
3.2 PRECIPITAZIONI	7
4. FASE DI ANALISI	8
4.1 INDAGINE GEOLITOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOPEDOLOGICA	8
4.1.1 <i>Indagine geologica</i>	8
4.1.2 <i>Indagine geomorfologica</i>	12
4.1.3 <i>Indagine geopedologica</i>	12
4.2 INDAGINE IDROGEOLOGICA E IDROGRAFICA	13
4.2.1 <i>Caratteristiche idrogeologiche</i>	13
4.2.2 <i>Permeabilita' dei depositi</i>	14
4.2.3 <i>Censimento pozzi</i>	15
4.2.4 <i>Piezometria</i>	17
4.2.5 <i>Caratteristiche idrografiche</i>	18
4.2.6 <i>Bacino idrografico del Torrente SEVESO: geomorfologia e dinamica quaternaria</i>	19
4.3 INDAGINE GEOTECNICA	23
4.3.1 <i>Analisi delle indagini geognostiche</i>	23
4.3.2 <i>Considerazioni riassuntive</i>	32
4.4 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA	33
4.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA	36
4.5.1 <i>Analisi del rischio sismico nel territorio comunale – metodologia definita dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008</i>	39
4.5.1.1 <i>Analisi di 1° LIVELLO</i>	42
4.5.1.2 <i>Analisi di 2° LIVELLO</i>	45
4.5.1.2.1 <i>Effetti Morfologici</i>	49
4.5.1.2.2 <i>Effetti Litologici</i>	53
4.5.1.2.3 <i>Conclusioni dell'analisi di 2° livello</i>	58
4.5.1.3 <i>Specifiche per le Analisi di 3° LIVELLO</i>	59
5. FASE DI VALUTAZIONE	60
5.1 CONDIZIONI IDROGRAFICHE	61
5.2 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE	62
5.3 CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE	62
5.4 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA	63
5.5 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	64
5.6 VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE	69
5.7 RISCHIO SISMICO	70
6. NORME DI ATTUAZIONE	72
6.1 FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	72
6.2 COMPONENTE SISMICA	87

ALLEGATI

- 1) CARTA GEOLITOLOGICA E GEOPEDOLOGICA - Scala 1:10.000
- 2) CARTA PIEZOMETRICA E DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA – Scala 1:10.000
- 2A) SEZIONI IDROGEOLOGICHE INTERPRETATIVE A-A' e B-B' - SCALA L 1:12.000
- 3) CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - SCALA 1:5.000
- 4) CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA ED IDROGRAFICA DI DETTAGLIO – Scala 1:5.000
- 5) CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – Scala 1:5.000
- 6) CARTA DEI VINCOLI DI CONTENUTO GEOLOGICO – Scala 1:5.000
- 7) CARTA DI SINTESI – Scala 1:5.000
- 8a) CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – settore Nord - SCALA 1:2.000
- 8b) CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – settore Sud - SCALA 1:2.000
- 9) SCHEDE DI CENSIMENTO DEI POZZI (Allegato 9 DGR n. 8/1566 del 22.12.2005)
- 10) DIAGRAMMI DELLE PROVE S.C.P.T.

1. PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA DI INDAGINE

Il Comune di GRANDATE (CO) ha incaricato la Dott.ssa Linda Cortelezzi, Geologo specialista, di redigere lo studio della COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO in ottemperanza alla L.R. 12/2005 (art. 57, comma 1) ed alla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio".

Il presente elaborato ha acquisito le modifiche richieste dalla Provincia di Como con il parere di compatibilità con il PTCP di cui al Prot. 19937 – n. 18 di registro del 22.04.2009, anche a seguito della relazione sulle controdeduzioni/osservazioni al parere medesimo.

La metodologia seguita nella realizzazione dello studio si basa su tre successive fasi di lavoro (vedi schema della pagina seguente):

ANALISI: Comporta la raccolta dati integrata con osservazioni di campagna e la predisposizione di apposita cartografia di base e tematica di dettaglio alla scala del piano.

VALUTAZIONE: Alla FASE DI VALUTAZIONE si perviene attraverso la redazione della Carta dei Vincoli di natura fisico-ambientale presenti nel Comune d'indagine e di una Carta di Sintesi, che ha lo scopo di fornire, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio derivante dalle risultanze della precedente fase di Analisi.

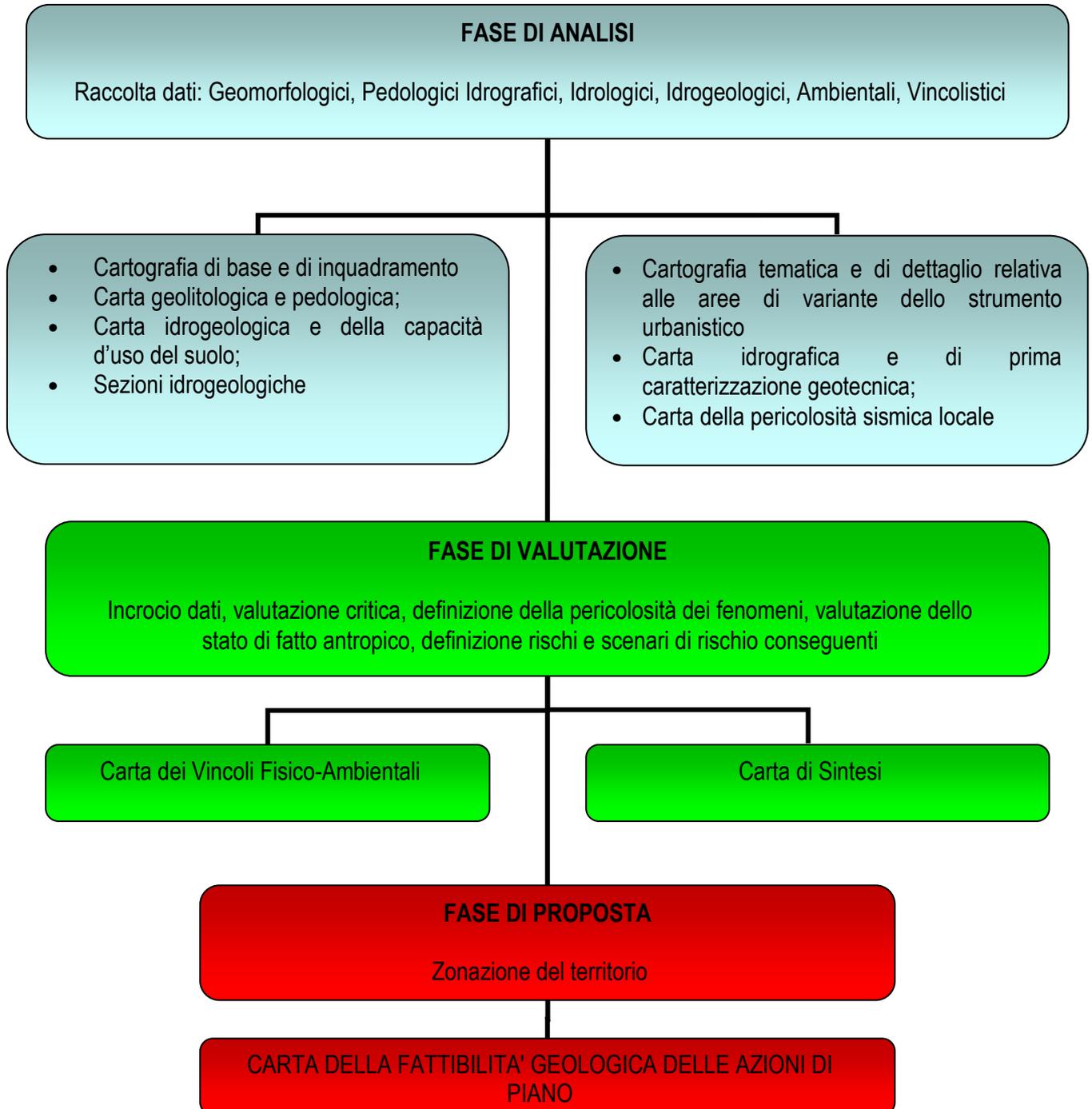
PROPOSTA: La FASE DI PROPOSTA deriva dalla valutazione incrociata degli elementi contenuti nella Carta di Sintesi con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio in esame.

Ciò consente di affrontare la lettura del territorio anche sotto il profilo geologico-ambientale e delle vocazioni d'uso per un'ottimale tutela ambientale preventiva.

La Fase propositiva finale, definita tramite la Carta della Fattibilità Geologica delle azioni di piano, individua la zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità, di rischio geologico ed idrogeologico presente.

A seguito di opportuna verifica, il Comune di GRANDATE non risulta interessato da azzonamenti e/o fasce di cui ai Piani Stralcio di Bacino attualmente approvati; esso non presenta alcuna superficie inserita nelle Carte inventario dei fenomeni franosi - Censimento dei dissesti della Regione Lombardia (Direzione Territorio ed Urbanistica).

SCHEMA METODOLOGICO PER TERRITORI DI PIANURA E DI COLLINA



2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal presente studio comprende il Comune di GRANDATE (CO) ed un ambito circostante funzionale ai fini del lavoro.

Il territorio comunale di GRANDATE si estende su una superficie di circa 2.70 kmq e confina con i Comuni di: Como – NORD e NORD-EST, Casnate con Bernate – SUD-EST, Luisago – SUD, Villa Guardia – OVEST, Montano Lucino – NORD-OVEST.

La quota massima si ubica all'estremità Nord del territorio ed è pari a 358.0 m s.l.m.; la quota minima si riscontra in prossimità del confine meridionale con il Comune di Luisago ed è pari a 300.5 m s.l.m.

L'inquadramento cartografico è il seguente:

Carta Tecnica Regionale - Scala 1:10.000

B5a1 Villa Guardia

B4a5 Como

Rilievo aerofotogrammetrico del territorio comunale - scale 1:2000 / 1:5000

La restituzione della documentazione cartografica e della relazione tecnica è stata integralmente realizzata sia su supporto cartaceo che su supporto magnetico.

3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

L'analisi delle condizioni meteo-climatiche dell'ambito territoriale in esame viene eseguita considerando i seguenti parametri caratteristici:

- Temperatura dell'aria;
- Precipitazioni.

Lo studio degli elementi del clima nel territorio oggetto d'indagine risulta agevolato dalla presenza di una stazione di rilevamento attiva dal 1991 (Stazione termo-pluviometrica di Como – Villa Gallia) ubicata a breve distanza dall'area d'interesse. I dati meteo-climatici di questa stazione, riferiti alla serie storica 1991-2003, sono stati integrati con le misurazioni effettuate presso l'Osservatorio di Vertemate con Minoprio – Fondazione Minoprio MAC (serie storica 1986-2002).

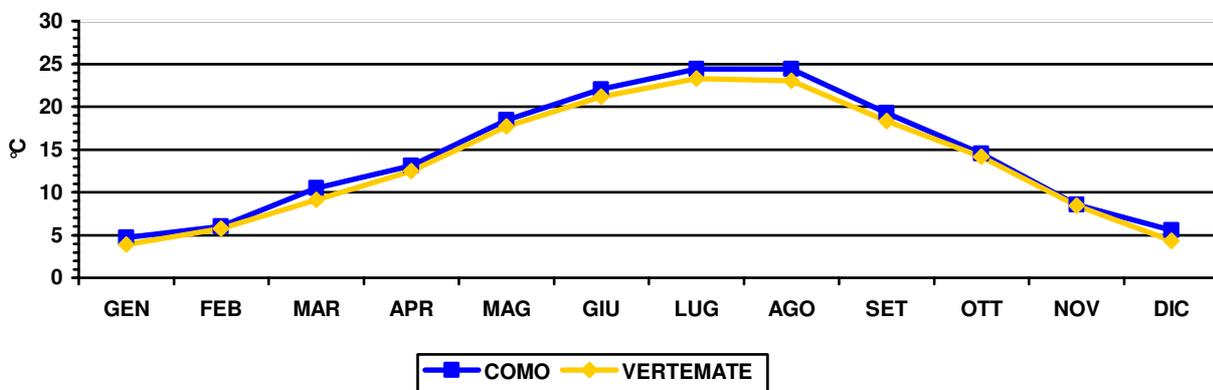
3.1 TEMPERATURA DELL'ARIA

Come è riportato nella TABELLA 1, le temperature medie annuali nella zona in esame si attestano tra i 13 ed i 14°C. Il mese più freddo risulta GENNAIO, con medie attorno a 4°C, mentre il più caldo è LUGLIO, con valori tra 23 e più di 24°C. In FIGURA 1 è illustrato l'andamento termico (valori medi mensili) a Como e Vertemate con Minoprio.

Tab. 1 - Temperature medie mensili ed annue (°C) registrate nelle Stazioni di COMO - periodo 1991/2003 – e VERTEMATE CON MINOPRIO - periodo 1986/2002

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
COMO	4,71	6,0	10,47	13,10	18,43	22,03	24,44	24,41	19,23	14,55	8,55	5,57	14,29
VERTEMATE	3,93	5,80	9,10	12,49	17,71	21,19	23,30	23,05	18,31	14,17	8,47	4,32	13,29

FIGURA 1 - Termogramma; stazioni di Como e Vertemate (CO)



3.2 PRECIPITAZIONI

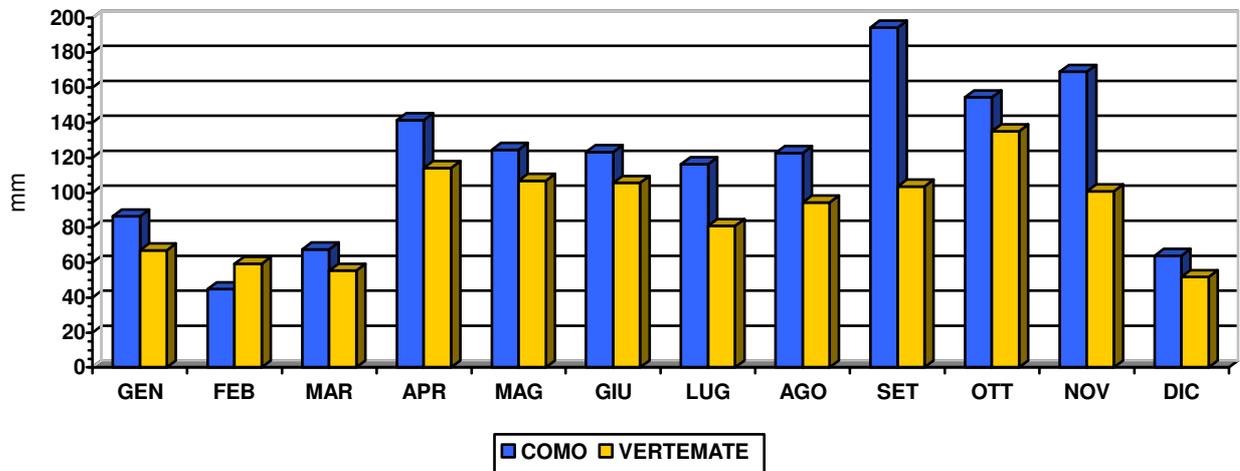
La media annuale delle precipitazioni (TABELLA 2) risulta compresa tra 1074,9 (Stazione di Vertemate con Minoprio) e 1409,7 mm (Stazione di Como).

La stagione più piovosa è l'autunno (518 mm - Como); la meno piovosa è l'inverno (195 mm). In primavera ed in estate si registrano mediamente 333 e 362 mm di pioggia.

Riguardo la distribuzione mensile delle precipitazioni, la FIGURA 2 ne considera l'andamento per i due punti di rilevazione considerati; per la stazione di Como, i mesi con maggiori apporti meteorici sono settembre e novembre, rispettivamente con valori di 194,5 e 169,2 mm.

Tab. 2 - Precipitazioni medie mensili ed annuali registrate nelle Stazioni di COMO (1991/2003) e VERTEMATE CON MINOPRIO (1986/2002)

	GEN mm	FEB mm	MAR mm	APR mm	MAG mm	GIU mm	LUG mm	AGO mm	SET mm	OTT mm	NOV mm	DIC mm	ANNO mm
COMO	86,6	44,9	67,5	141,4	124,6	123,2	116,4	122,7	194,5	154,7	169,2	64,0	1409,7
VERTEMATE	67,0	59,4	55,5	114,1	106,8	105,5	80,9	94,4	103,5	135,2	100,8	51,8	1074,9

Figura 2 - Precipitazioni medie mensili; stazioni di Como e Vertemate (CO)

Dall'analisi delle relazioni tra precipitazioni e temperature mensili si evidenzia come i caratteri temperati del clima si esprimano mediamente nel periodo primaverile (marzo-maggio) ed autunnale (settembre-ottobre) e come i mesi estivi presentino condizioni temperato-umide.

Si osserva la tendenza media dei mesi da dicembre ad aprile ad avere valori inferiori alla temperatura media annua ed alla piovosità del mese medio (mesi freddi ed asciutti), così come nel periodo estivo, solo luglio si colloca al di sotto del contributo medio mensile di precipitazioni.

La definizione del clima secondo Thornthwaite-Mahter viene espressa mediante una relazione (Pinna, 1977) che dipende dal valore dell'evapotraspirazione potenziale e dagli indici di umidità ed aridità. Da questa si ricava che il clima della zona appartiene al tipo *umido-varietà primo mesotermico, con deficienza idrica estiva assente o molto ridotta ed oltre il 50% dell'efficienza termica concentrata nei mesi estivi*.

4. FASE DI ANALISI

4.1 INDAGINE GEOLITOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOPEDOLOGICA

L'indagine, che ha interessato il territorio comunale di GRANDATE ed un significativo ambito territoriale circostante, si è avvalsa dei documenti disponibili in letteratura e della cartografia esistente integrati con l'ausilio della fotointerpretazione e di rilievi di campagna originali.

I risultati dello studio sono sintetizzati in ALLEGATO 1 – CARTA GEOLITOLOGICA E GEOPEDOLOGICA.

4.1.1 Indagine geologica

L'area di studio si inserisce nella zona di transizione tra l'alta pianura terrazzata lombarda e l'area collinare, a ridosso dei primi rilievi prealpini.

In tale settore, i lembi residui delle antiche superfici deposizionali di origine fluvioglaciale si compenetrano a monte con le colline moreniche dei vasti apparati pleistocenici delle colate glaciali principali (Verbano, Ceresio e Lario).

La struttura geologica della regione appare generalmente caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari di origine continentale sostanzialmente riconducibili all'attività glaciale, fluvioglaciale e fluviale.

Al di sotto dei depositi fluvioglaciali più antichi si riscontra il substrato roccioso oligocenico di ambiente sedimentario marino. Le unità affioranti e subaffioranti nell'area sono (ALLEGATO 1):

DEPOSITI SUPERFICIALI

Alluvioni attuali/recenti e terrazze

Sono costituite prevalentemente da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa decarbonata (Olocene).

Depositi lacustri tardoglaciali

Ascrivibili a materiali argillosi e limoso-sabbiosi debolmente ghiaiosi (Olocene).

Depositi morenici Wurm

Rappresentati da ghiaia e blocchi in abbondante matrice sabbioso-limosa (Pleistocene Superiore).

Depositi fluvioglaciali Wurm

Corrispondono a termini sabbiosi fini e medi con ghiaia limosa (Pleistocene Superiore).

SUBSTRATO LAPIDEO

Conglomerati di Lucino

Corrispondono a materiali ghiaiosi e sabbiosi cementati passanti a conglomerato poligenico (Oligocene - Miocene Inferiore).

Tale unità è subaffiorante e, nell'area di interesse, ovunque ricoperta da materiali di granulometria eterogenea di natura eluvio-colluviale, quest'ultima con spessori mediamente ascrivibili a pochi metri.

La successione stratigrafica del comprensorio analizzato, dall'unità più antica alla più recente, è la seguente:

CONGLOMERATI DI LUCINO (OLIGOCENE-MIOCENE)

Rappresentano il substrato roccioso dell'area in oggetto riferibili all'età Oligocenica Superiore – Miocenica. Essi affiorano in maniera discontinua al piede dei primi rilievi prealpini a Sud di Como, in particolare nell'ambito dei Comuni di Montano Lucino e di Villa Guardia.

In territorio di Grandate tale formazione è circoscritta al comparto collinare Nord-orientale, comprendente parzialmente il centro abitato. In questo settore, i materiali rappresentativi della formazione in esame si riscontrano a pochi metri di profondità dal piano campagna, al di sotto di una modesta copertura eluvio-colluviale, ovvero dei prodotti di disfacimento in loco del substrato (depositi eluviali) che possono subire un limitato trasporto sia per gravità sia per circolazioni idriche lungo superfici anche lievemente inclinate (depositi colluviali).

Litologicamente, la formazione di Lucino risulta molto simile ai "Conglomerati di Como" ed è rappresentata da conglomerati da medi a grossolani con blocchi fino a 40-50cm di diametro di natura prevalentemente cristallina. I banchi conglomeratici sono alternati ad arenarie grossolane di spessore variabile e lateralmente discontinue.

ARGILLE E SABBIE SOTTOSTANTI IL CEPPO (VILAFRANCIANO)

Sono depositi prevalentemente argillosi, talora con lenti di sabbie e ghiaie. In presenza di fossili sono attribuibili ad ambiente marino o di transizione, databili al Villafranchiano. Nel territorio in studio, l'unità in questione non è affiorante.

CEPPO (GUNZ-MINDEL)

E' il termine di origine fluviale dell'epoca interglaciale Gunz-Mindel ("*Carta geologica d'Italia*", Foglio 31-Varese, ROMA 1932).

Il "*Ceppo*" è un conglomerato poligenico, passante a sabbia e ghiaia con cementazione da buona a nulla. Nel settore considerato, questa formazione non è affiorante.

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI (MINDEL)

Sono materiali attribuiti alla deposizione fluvio-glaciale più antica, costituiti da ghiaia limosa e argillosa fortemente ferrettizzata.

Il materiale superficiale fortemente alterato può raggiungere spessori molto variabili da pochi metri ad alcune decine di metri a seconda delle zone. Alla base di tale intervallo si incontrano ghiaie limose e ciottoli debolmente alterati.

L'unità in questione affiora diffusamente tra Castelnuovo ed Appiano e tra Carugo e Cantù, rispettivamente a Sud-Ovest e Sud-Est dell'area d'interesse.

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI (RISS)

Rappresentano la deposizione fluvio-glaciale intermedia e si elevano mediamente di 5-15m rispetto ai livelli della pianura e dei fondovalle, con morfologia molto ondulata; sono molto diffusi a Sud dell'area d'indagine, sotto l'allineamento Cermenate-Fenegrò.

I depositi in esame sono riconducibili a sabbie ghiaiose e argillose. La porzione sommitale dei materiali risulta debolmente ferrettizzata ma, procedendo in profondità, sono scarsamente o non alterati.

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI (WURM)

Sotto il nome di Fluvio-glaciale Wurmiano vengono compresi quei depositi di natura ghiaioso-sabbioso-limosa che costituiscono il livello principale della pianura ascrivibile ad un limitato settore al confine con Casnate dove, al contrario, tali depositi affiorano diffusamente. I materiali in esame sono attribuiti alla deposizione fluvio-glaciale più recente.

La litologia Fluvio-glaciale Wurmiano è caratterizzata dalla presenza di uno strato superiore di alterazione, di circa 50 cm di spessore, di natura essenzialmente limoso-sabbiosa che gli acidi humici hanno reso localmente bruno-rossastro.

Sotto lo strato di alterazione superficiale si incontrano ghiaie più o meno sabbiose passanti gradualmente a sabbie, limi e argille.

DEPOSITI MORENICI (WURM)

I depositi morenici Wurm osservati a Nord-Est del territorio comunale di Grandate sono ascrivibili al cosiddetto "lobo di Olgiate", apparato maggiore costituito da più cerchie che demarcano il graduale ritiro del ghiacciaio.

Il lobo di Olgiate ha avuto origine direttamente dal ghiacciaio lariano che si estendeva lungo le valli dell'attuale lago. Le cerchie moreniche Wurm sono ben conservate, con pendenze medie del 20-30%, spesso sede dei maggiori centri abitati e con piane retromoreniche ampie e debolmente ondulate, localmente interessate da depressioni con presenza di sedimenti fini e torbe.

Il morenico Wurm è litologicamente ascrivibile a depositi ghiaiosi e ciottolosi immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, privi di tracce evidenti di coperture di origine eolica.

DEPOSITI LACUSTRI TARDOGLACIALI (OLOCENE)

Costituiti da argille frequentemente alternate a limi argillosi debolmente sabbiosi, sono dovuti alla deposizione in ambiente lacustre verificatasi al termine della più recente fase di ritiro glaciale; i sedimenti ad essa correlata si estendono dalla porzione occidentale al settore meridionale del territorio comunale.

La topografia di tali aree, contraddistinta da morbidi avvallamenti delimitati da settori debolmente sopraelevati, tende a favorire processi di impaludamento creando difficoltà al regolare scorrimento delle acque meteoriche.

ALLUVIONI ATTUALI/RECENTI E TERRAZZATE (OLOCENE)

Sono rappresentate da materiali incoerenti prevalentemente sabbioso-ghiaiosi debolmente limosi e si localizzano sia nei fondovalle che lungo i paleovalvei.

Nell'area di studio, questi depositi sono ubicati principalmente in corrispondenza degli alvei e delle zone di pertinenza fluviale del torrente Seveso e dei suoi affluenti ad Ovest del territorio comunale, mentre nel settore Sud-occidentale si rinvencono in corrispondenza del limitato comparto torrentizio della Roggia Quarto.

La ricostruzione litostratigrafica del territorio in esame, basata sull'analisi delle stratigrafie dei pozzi più significativi, è rappresentata in **ALLEGATO 2A - SEZIONI LITOSTRATIGRAFICO-IDROGEOLOGICHE A-A' e B-B'**. L'analisi ha consentito la distinzione delle seguenti Unità omogenee così caratterizzate:

Unità Litostratigrafica 1

Si ubica a partire dal piano campagna con spessori assai variabili (tra meno di 20 e 100m) in relazione alla morfologia superficiale e all'andamento delle unità sottostanti.

Nell'area di indagine raggiunge indicativamente spessori prossimi a 90.0-100.0 m. E' costituita da depositi prevalentemente limoso-ghiaiosi con ciottoli eterometrici passanti a sabbie medie e sabbie ghiaiose; localmente si osservano intervalli argillosi di potenza metrica.

Nell'ambito dei pozzi comunali n. 1, 2 e 3, l'unità si estende in profondità sino al tetto del substrato lapideo che ne condiziona lo spessore, mentre più a Nord, in territorio di Montano Lucino, risulta sovrastante ai materiali essenzialmente argillosi dell'unità 2.

Unità Litostratigrafica 2

E' rappresentata da termini limosi, argillosi e argilloso-sabbiosi di colore grigio ed azzurro con rare intercalazioni sabbiose, ghiaiose e conglomeratiche di ambiente deposizionale marino e transizionale.

Nelle successioni stratigrafiche analizzate, tale unità si rinviene in maniera sporadica (pozzo n. 1 A.C. Montano Lucino) esclusivamente nell'ambito delle profonde incisioni del substrato lapideo, con spessori che possono raggiungere anche 80-100m. Le falde idriche in essa contenute sono di tipo confinato e semiconfinato con produttività assai ridotta.

Unità Litostratigrafica 3

Rappresentata dal substrato lapideo indifferenziato arenaceo e conglomeratico a prevalente cemento siliceo di epoca prequaternaria; costituisce la base impermeabile delle falde contenute nei depositi incoerenti della zona, con eccezione della parte sommitale che, solo localmente ed in presenza di fratturazioni (pozzo A.C. Grandate n. 3), mostra circolazioni idriche significative.

Come rilevabile dalle successioni stratigrafiche dell'area, il tetto dell'unità è soggetto a numerose culminazioni e depressioni (come il cosiddetto "paleoalveo del torrente Seveso") dovute sia a fenomeni tettonici che erosionali; tale aspetto incide in maniera rilevante sullo spessore dei sovrastanti depositi e sull'entità e produttività delle relative falde acquifere.

4.1.2 Indagine geomorfologica

Il territorio comunale di Grandate interessato dall'indagine geomorfologica è prevalentemente costituito da porzioni pianeggianti e collinari, caratterizzate dalla presenza di depressioni vallive più o meno pronunciate solo parzialmente colmate da depositi alluvionali.

Il comparto in esame è strettamente legato alla formazione e successiva evoluzione dell'anfiteatro morenico comasco, nonché delle sue superfici di deposito glaciale e fluvioglaciale.

Queste ultime costituiscono i cosiddetti "**terrazzi fluvioglaciali**" che, nell'ambito dell'area in esame, sono attribuiti alla fase wurmiana secondo la nomenclatura tradizionale; si tratta della deposizione fluvioglaciale più recente, contraddistinta da forme del paesaggio molto blande e da pendenze medie assai modeste.

Il settore mediamente più rilevato ai margini orientali del territorio comunale di Grandate è per lo più riferibile alla presenza degli **archi morenici** più recenti originati dalle lingue glaciali provenienti dal Lario all'inizio del Pleistocene Superiore. Questi costituiscono due allineamenti sub-paralleli con direzione NO-SE ed un complesso sistema di rilievi a morfologia molto dolce con sviluppo planimetrico allungato.

Infine, compreso tra i due precedenti settori terrazzati e collinari-morenici, si distingue un'ampia **conca tardoglaciale** per lo più colmata da depositi di origine lacustre limosi e argillosi. Si tratta di un'area a morfologia depressa in cui al termine dell'ultima glaciazione wurmiana si raccolsero le acque ed i materiali derivanti dalla fusione del lembo più occidentale del ghiacciaio lariano.

Attualmente conserva quote in media inferiori di 20.0-25.0m rispetto alle cerchie moreniche circostanti ed è solcata da valli poco pronunciate, anch'esse sviluppate in direzione NO-SE e per lo più colmate da depositi alluvionali.

4.1.3 Indagine geopedologica

L'intero territorio comunale ricade entro i limiti del rilevamento pedologico eseguito nell'ambito del progetto regionale coordinato da E.R.S.A.F. (Ente regionale per i Servizi all'Agricoltura ed alle Foreste) *Suoli della Pianura e Collina Varesina*". A questo studio si fa ampio riferimento per l'inquadramento generale del contesto pedologico. I suoli dell'area, indicati in ALLEGATO 1 – CARTA GEOLITOLOGICA E GEOPEDOLOGICA, si inquadrano nel:

SISTEMA M

Anfiteatri morenici dell'alta pianura.

SOTTOSISTEMA MR

Depositi morenici recenti (wurmiani), costituiti da materiali generalmente poco alterati, con diffusa presenza di pietrosità in superficie e di scheletro nei suoli.

UNITA' CARTOGRAFICA 25

Suoli molto profondi, con scheletro scarso in superficie e comune in profondità; reazione subacida; tessitura moderatamente grossolana; drenaggio buono.

Principali cordoni morenici con substrato ghiaioso-limoso e moderata pietrosità; pendenza da moderatamente elevata ad elevata. L'uso del suolo prevalente è il prato ed il seminativo (mais).

Capacità d'uso: le limitazioni per l'utilizzo agronomico possono essere legate alla pendenza dove questa raggiunge i valori più elevati. L'orizzonte superficiale ha reazione subacida; è necessaria una particolare attenzione nella scelta dei concimi per evitare ulteriori abbassamenti del pH.

Valore naturalistico: Basso

UNITA' CARTOGRAFICA 36

Suoli molto profondi, con scheletro scarso in superficie ed assente in profondità; reazione subacida; tessitura moderatamente grossolana; drenaggio buono.

Superfici a substrato ghiaioso-limoso non calcareo a pendenza bassa (2-3%). Gli usi del suolo prevalenti sono il seminativo (mais).

Capacità d'uso: non esistono limitazioni di rilievo relativamente ai caratteri fisico-chimici ad eccezione del rischio di ulteriore acidificazione per l'introduzione di concimi a reazione acida.

Valore naturalistico: Basso

UNITA' CARTOGRAFICA 38

Suoli moderatamente profondi, con scheletro scarso in superficie e comune in profondità; reazione subacida; tessitura media in superficie e grossolana in profondità; drenaggio lento.

Superfici lacustri bonificate con evidenze di idromorfia, a substrato ghiaioso-sabbioso non calcareo. L'uso prevalente del suolo è il prato.

Capacità d'uso: la scelta delle colture deve essere ristretta a quelle che sopportano il ristagno idrico.

Valore naturalistico: Moderato

4.2 INDAGINE IDROGEOLOGICA E IDROGRAFICA

4.2.1 Caratteristiche idrogeologiche

La ricostruzione litostratigrafica ed idrogeologica del comprensorio in esame, resa possibile dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi più significativi, viene graficamente rappresentata in **ALLEGATO 2A - SEZIONI LITOSTRATIGRAFICO-IDROGEOLOGICHE A-A' e B-B'**.

In relazione alla situazione idrogeologica, risulta utile suddividere il territorio comunale in due zone indicate come AMBITO COLLINARE E DEI RILIEVI PRE-QUATERNARI e AMBITO DI FONDOVALLE, per la quale si può preliminarmente osservare la presenza di numerosi punti di captazione ad utilizzo idropotabile e tecnologico,

evidenziando per quest'ultima una maggiore vocazione all'approvvigionamento idrico rispetto al settore Est del territorio comunale.

AMBITO DI FONDOVALLE

Nell'ambito dei primi 90-100 metri di profondità dal piano campagna si osserva la presenza di depositi permeabili limoso-ghiaiosi con ciottoli eterometrici passanti a sabbie medie e sabbie ghiaiose, sedi di FALDA ACQUIFERA.

Localmente tali materiali sono alternati ad orizzonti poco continui, impermeabili, di natura argillosa-limosa.

Al di sotto di queste unità, i depositi permeabili sede di acquifero fanno posto ai potenti banchi conglomeratici ed arenacei del substrato lapideo (*Gonfolite*) al quale si ascrive il letto della falda. Solo sporadicamente il conglomerato di fondo risulta relativamente permeabile per fratturazione.

In base alle considerazioni sovraespresse, l'acquifero dell'area in esame, o PRIMO ACQUIFERO, è classificato libero, con estensione sino alla profondità di circa 90.0-100.0 m dal p.c. ed è limitato alla base dal substrato roccioso pressochè impermeabile. Date tali condizioni geometriche, è assimilabile ad un acquifero monostrato.

AMBITO COLLINARE E DEI RILIEVI PRE-QUATERNARI

Lo spessore dei depositi incoerenti, permeabili, tende a ridursi drasticamente; inoltre la continuità orizzontale dell'acquifero è spesso interrotta dalla presenza del substrato lapideo scarsamente permeabile per fratturazione che localmente costituisce lo spartiacque tra gli acquiferi riconducibili all'andamento delle principali linee di drenaggio superficiali.

4.2.2 Permeabilità dei depositi

La PERMEABILITA' esprime la capacità di un'unità litologica ad essere attraversata dall'acqua. In funzione della velocità di filtrazione verticale dell'acqua nelle unità litologiche si individuano le seguenti classi di permeabilità con la relativa caratterizzazione numerica (K = valore di permeabilità):

ELEVATA	$K > 10$ cm/sec
MEDIA	$10^{-3} < K < 10$ cm/sec
SCARSA	$10^{-7} < K < 10^{-3}$ cm/sec
MOLTO BASSA	$10^{-7} < K < 10^{-9}$ cm/sec
IMPEDITA	$K < 10^{-9}$ cm/sec

Questa metodologia ha consentito una zonazione del territorio in esame secondo il seguente schema:

ZONA A

E' caratterizzata da condizioni di permeabilità superficiale MEDIO-ELEVATE e si ubica sia nell'ambito del comparto alluvionale del torrente Seveso contraddistinto da materiali incoerenti di granulometria medio-grossolana, sia in un limitato settore al margine centro-orientale del territorio comunale di Grandate, al confine con Casnate, in corrispondenza dei depositi fluvioglaciali wurmiani.

Tale zona vede la presenza dei condizioni di drenaggio del suolo di entità LENTA.

ZONA B

E' caratterizzata da condizioni di permeabilità superficiali MEDIO-BASSE e comprende l'esteso settore occidentale, meridionale e, parzialmente, orientale, rispettivamente contraddistinti dai depositi lacustri tardoglaciali e morenici wurmiani.

Essa presenta condizioni generali di drenaggio del suolo LENTE; localmente nelle porzioni settentrionali ed orientali, si assiste ad un'inversione di tendenza, sino al raggiungimento di valori BUONI.

ZONA C

E' caratterizzata da condizioni di permeabilità secondaria da MEDIE a NULLE a seconda del grado di fratturazione del substrato lapideo. Tale zona risulta circoscritta al modesto rilievo collinare all'estremità Nord-orientale del territorio comunale.

Quest'ultimo settore vede la presenza esclusivamente della Classe di drenaggio del suolo BUONO.

4.2.3 Censimento pozzi

Nel territorio di indagine è stato effettuato un censimento dei pozzi idrici suddivisi fra pubblici per uso idropotabile e privati, sia per uso industriale, sia per uso agricolo.

Il pozzo idrico costituisce un elemento fondamentale di conoscenza in quanto permette di determinare la struttura del sottosuolo attraverso le informazioni stratigrafiche e, mediante la misurazione dei livelli piezometrici, di ricostruire l'andamento e la forma della superficie piezometrica.

Il censimento è stato effettuato attraverso l'acquisizione dei dati preliminari presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Grandate, integrati con gli elenchi forniti dall'Amministrazione Provinciale e dalla Regione Lombardia (Sede Territoriale di Como).

Ha fatto seguito l'accertamento della disponibilità e dell'idoneità all'esecuzione delle misure piezometriche (presenza di stratigrafia, accessibilità, agibilità) presso i competenti Enti pubblici ed i proprietari privati.

Nella sottostante **Tavola 1** vengono riportate, per ciascun pozzo, le seguenti informazioni:

numero identificativo (corrispondente alla numerazione convenzionale per i pozzi pubblici)

proprietà

profondità

anno di costruzione

uso

TAVOLA 1 - CENSIMENTO POZZI**GRANDATE**

Pozzo n.	proprietà	profondità (m)	anno di costruzione	uso
0	AMM. COM.	44.0	1963	INATTIVO
1	AMM. COM.	115.0	1990	POTABILE
2	AMM. COM.	104.0	1973	POTABILE

3	AMM. COM.	100.0	1970	POTABILE
C5	A.C.S.M. Como	76.0	1964	POTABILE
C7	A.C.S.M. Como	140.0	1975	POTABILE
C8	A.C.S.M. Como	/	1983	POTABILE
21/1	Mantero Seta S.p.A.	102.0	/	INDUSTRIALE
22/4	Guarisco Industria Tessile	5.6	/	INDUSTRIALE
24/1	Gestione Industrie Tessili	2.0	/	INDUSTRIALE
24/2	Gestione Industrie Tessili	2.0	/	INDUSTRIALE
25	F.lli Capetti	40.0	1975	INDUSTRIALE
30/1	Guarisco Seta S.p.A.	66.5	/	INDUSTRIALE
30/2	Guarisco Seta S.p.A.	5.6	/	INDUSTRIALE
30/3	Guarisco Seta S.p.A.	5.6	/	INDUSTRIALE
31	La Fertiletta	8.0	1972	INDUSTRIALE

MONTANO LUCINO

Pozzo n.	proprietà	profondità (m)	anno di costruzione	uso
1	AMM. COM.	113.0	1973	POTABILE
2	AMM. COM.	120.0	1970	POTABILE

VILLA GUARDIA

Pozzo n.	proprietà	profondità (m)	anno di costruzione	uso
C1	A.C.S.M. Como	121.0	1963	POTABILE
C2	A.C.S.M. Como	102.0	1972	POTABILE
C3	A.C.S.M. Como	74.0	1964	POTABILE
C4	A.C.S.M. Como	87.0	1983	POTABILE
C6	A.C.S.M. Como	115.0	1988	POTABILE
14	CONS. Fino Mornasco	82.0	1981	POTABILE

LUISAGO

Pozzo n.	proprietà	profondità (m)	anno di costruzione	uso
1/0	AMM. COM.	15.0	1946	INATTIVO

CASNATE CON BERNATE

Pozzo n.	proprietà	profondità (m)	anno di costruzione	uso
1	AMM. COM.	6.0	1973	POTABILE
2	AMM. COM.	6.0	1970	POTABILE

3	AMM. COM.	5.0	1969	POTABILE
4	AMM. COM.	26.0	1984	POTABILE
5	AMM. COM.	17.0	1986	POTABILE

In **ALLEGATO 9** sono riportate le SCHEDE di censimento dei pozzi idropotabili del Comune di Grandate ai sensi della D.G.R. n. 8/1566 del 22.12.2005 (all. 9).

4.2.4 Piezometria

Nell'ambito dei pozzi idrici è possibile conoscere, mediante opportune misure, la posizione spaziale della superficie piezometrica rispetto al piano campagna e conseguentemente, rispetto al livello del mare.

La campagna di misure piezometriche ha previsto:

contatto preliminare con tutte le proprietà al fine di accertare la disponibilità di dati stratigrafici nonché l'agibilità e l'accessibilità ai pozzi;
 disattivazione dei pozzi in uso almeno 6 ore prima della misura al fine di ottenere informazioni di tipo STATICO omogenee e confrontabili;
 misure del livello in ognuno dei pozzi.

Nella seguente Tabella vengono riportati i dati altimetrici del piano campagna, la soggiacenza e le elevazioni della falda idrica in metri s.l.m. nell'ambito delle singole captazioni.

Pozzo n.	Livello statico (m s.l.m.)	Quota p.c. (m s.l.m.)	Quota falda (m s.l.m.)
1 A.C. Grandate	24.39	307.50	283.11
2 A.C. Grandate	22.70	307.00	284.30
3 A.C. Grandate	25.66	308.00	282.34
C7 – A.C.S.M.	29.10	308.60	279.50
C8 – A.C.S.M.	23.30	307.50	284.20
C4 – A.C.S.M.	20.90	307.00	286.10
30/1 Guarisco Seta*	8.00	304.50	296.50
1 A.C. Montano Lucino	29.50	312.00	282.50

Tabella 1 - Rilevazioni piezometriche – ottobre 2007

Sulla base dei risultati della campagna di misure piezometriche è stata ricostruita la **superficie piezometrica** rappresentata in **ALLEGATO 2 – CARTA PIEZOMETRICA E DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA**.

La ricostruzione viene effettuata mediante interpolazione e successivo lisciamento dei dati assoluti relativi ad ogni pozzo di misura tracciando le curve isopiezometriche intese come luogo dei punti di uguale valore in metri sul livello del mare.

Dall'osservazione dell'andamento della superficie piezometrica si considera quanto segue:

- Il valore di soggiacenza del livello piezometrico nel territorio analizzato è compreso tra 29m (settore Nord) e 8m circa (settore Sud);
- le curve isopiezometriche presentano tendenzialmente concavità orientata verso monte con una maggiore accentuazione della curvatura verso il settore settentrionale; nell'ambito del settore Nord-orientale del territorio comunale le isopiezometriche risultano discontinue per l'assenza di falde idriche significative a causa del substrato roccioso subaffiorante;
- nell'area circostante i pozzi n. 1, 2 e 3 di proprietà dell'Amministrazione Comunale di Grandate, viene evidenziata la presenza di una depressione piezometrica correlabile sia alla configurazione geologico-strutturale responsabile del maggior approfondimento del substrato lapideo rispetto ai settori circostanti, sia ad aspetti idrogeologici indotti, quali l'elevato tasso di emungimento idrico dalle captazioni della zona, soprattutto in corrispondenza del campo-pozzi Caneda.
- il gradiente della superficie piezometrica appare debolmente decrescente da Nord verso Sud; i valori medi si attestano attorno all'1% e risultano condizionati dal particolare assetto litostratigrafico ed idrogeologico dell'area in esame.

4.2.5 Caratteristiche idrografiche

L'IDROGRAFIA generale dell'area è quella tipica della zona di transizione tra l'alta pianura terrazzata lombarda e l'area collinare, a ridosso dei primi rilievi prealpini. In questo settore, i corsi d'acqua hanno inciso i depositi quaternari, morenici e fluvioglaciali, originando valli moderatamente incise.

I caratteri generali della rete idrografica sono controllati solo marginalmente dalla situazione ed evoluzione geologico-strutturale degli adiacenti rilievi prealpini e, in maggior misura, dall'assetto morfologico dei depositi quaternari glaciali e post-glaciali.

I corsi d'acqua rappresentati in **ALLEGATO 4 - CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA ED IDROGRAFICA DI DETTAGLIO** - fanno capo al bacino idrografico del **TORRENTE SEVESO**. Il territorio comunale di **GRANDATE** risulta completamente ricompreso nell'ambito di tale bacino.

Il **torrente SEVESO** prende origine in prossimità del confine svizzero, in corrispondenza del versante Meridionale del Sasso Cavallasca (CO), ad una quota di 490 m ed ha termine nel Naviglio Martesana entro la cerchia urbana della città di Milano.

La superficie complessiva del bacino imbrifero raggiunge circa 231 kmq di cui 129 in provincia di Como e la restante in provincia di Milano.

In termini generali, il bacino si sviluppa su un territorio che presenta caratteristiche morfologiche e geologiche diversificate: la parte sommitale si estende in territorio montano e collinare, quella terminale in ambito pianeggiante; la forma è allungata con espansione a monte ed asse di drenaggio principale in direzione nord-sud.

L'asta del torrente ha una lunghezza complessiva di circa 52 km di cui gli ultimi 7 nell'abitato di Milano.

Il Seveso riceve i seguenti affluenti: torrente Lusèrt, fosso Nis e rio Rossola (o roggia Quarto) entrambi in territorio comunale di Grandate, rio Acquanegro, torrente S. Antonio, torrente Serenza, torrente Certesa (sponda sinistra); torrente Commasinella (sponda destra).

L'affluente di maggiore rilevanza idraulica in termini di portate è il torrente Certesa (provincia di Milano) che sottende un bacino di area pari a 62 kmq circa; la lunghezza dell'asta principale è pari a 20 km.

Il torrente può essere suddiviso in tre parti dal punto di vista idrologico. La prima parte più settentrionale, dalla sorgente alla confluenza con il fosso Lusèrt, è caratterizzata da forti pendenze e da molti piccoli affluenti; la

seconda parte centrale, dal fosso Lusèrt alla confluenza con il torrente Certesa, ha andamento tortuoso, ma pendenze modeste; la terza parte, la più meridionale, va dalla confluenza con il Certesa allo sbocco nel Naviglio Martesana. In questa parte il Seveso ha le bassissime pendenze della pianura circostante. Esso infine confluisce, attraverso il Redefossi, al Lambro settentrionale.

4.2.6 Bacino idrografico del Torrente SEVESO: geomorfologia e dinamica quaternaria

E' stato eseguito un rilievo di dettaglio finalizzato alla caratterizzazione delle dinamiche geomorfologiche ed idrografiche in atto nell'ambito del bacino del TORRENTE SEVESO all'interno del territorio comunale. Durante il rilievo di campagna sono stati esaminati i seguenti fattori ritenuti caratterizzanti:

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI

Mappatura di dettaglio delle modificazioni degli alvei attuali. Individuazione e mappatura dei fenomeni di dissesto in atto quali erosioni spondali, fenomeni franosi, erosioni concentrate, tratti di alveo in erosione, deposizione o con tendenza all'approfondimento. Individuazione e mappatura di elementi idrografici quali alveo di piena, area di esondazione, depressioni naturali, specchi d'acqua.

INTERVENTI ed ELEMENTI ANTROPICI

Interventi di sbancamento di porzioni di versante, di risagomatura di ambiti territoriali e di colmamento di superfici originariamente depresse.

Sistemazioni spondali ed in alveo quali massi, muri, cementazioni, etc. Opere idrauliche.

USO DEL SUOLO

Individuazione e delimitazione di porzioni omogenee di territorio relativamente all'utilizzo del suolo. In particolare vengono indicate le seguenti tipologie: aree urbane, aree a bosco, aree a prato/incolto, eventuali coltivazioni agricole.

BACINO DEL TORRENTE SEVESO

Il corso d'acqua nel territorio in esame presenta un'asta principale orientata essenzialmente NNE-SSO; esso risulta moderatamente inciso nell'ambito dei depositi limosi di epoca tardoglaciale e non ha subito in epoche storiche sostanziali cambiamenti.

Il tracciato del torrente è piuttosto vario, con percorsi moderatamente meandriformi che si alternano a tratti pressochè rettilinei, questi ultimi soprattutto in corrispondenza del comparto Nord, dal confine con Montano Lucino sino al ponte presso la rete Autostradale, dove sono presenti opere di difesa spondale (muri e arginature in cemento) nell'attraversamento dell'area industriale di via Mantero.

Al contrario, nel tratto medio e inferiore, compreso indicativamente tra il tracciato autostradale e la linea ferroviaria Nord Milano, il torrente presenta un assetto essenzialmente naturale con un alveo inciso per profondità variabili da circa 2 a 2.5m e larghezza media pari a circa 3.5m; è fiancheggiato in entrambe le sponde da ampie aree di divagazione pressochè prive di antropizzazione.

Nell'area in studio, il **TORRENTE SEVESO** mostra le peculiarità di un corso d'acqua a carattere torrentizio con lunghi periodi di scarse portate alternati a brevi periodi con portate elevate.

In occasione di precipitazioni molto intense e brevi o particolarmente prolungate, come testimoniano alcuni eventi storici, nel bacino del torrente si possono raccogliere portate idriche rilevanti che si concentrano

pressochè totalmente nell'ambito dell'incisione torrentizia in virtù della ridotta permeabilità del substrato e delle moderate condizioni di drenaggio del suolo.

Questi aspetti determinano un livello di attività piuttosto elevato che si manifesta in una moderata erosione spondale dell'alveo, concentrata essenzialmente nel percorso medio e terminale.

Il settore Nord-Occidentale del territorio comunale è interessato dal **FOSSO NIS** che rappresenta, assieme alla ROGGIA QUARTO o ROSSOLA, uno dei suoi affluenti in territorio di Grandate.

Il percorso del primo si mantiene parallelo al limite amministrativo con Montano Lucino per una lunghezza pari a circa 270,0m.

Il corso d'acqua è stato di recente interessato da opere di sistemazione idraulica e riqualificazione ambientale nell'ambito del Piano Attuativo D/4 nel Comune di Montano Lucino (proprietà LAC S.p.A.); i lavori hanno comportato la realizzazione di:

nella porzione sommitale del tracciato, per una lunghezza complessiva di circa 270m, adeguamento funzionale e nuova realizzazione di struttura fluviale artificiale in cemento a sezione rettangolare aperta;

nella porzione intermedia e finale del tracciato, sino alla confluenza con il torrente Seveso, realizzazione di nuove scogliere in sostituzione dell'originario intubamento che, periodicamente, con l'aumento degli apporti idrici, si dimostrava idraulicamente inadeguato.

L'intervento proposto sul corso d'acqua è stato nel complesso tollerato dai Comuni interessati (Grandate e Montano Lucino) in quanto, nonostante la "cementazione" della parte sommitale dell'alveo, in quella immediatamente consecutiva è stato dimostrato l'intento di riqualificare e migliorare l'assetto idrologico del Fosso, la cui validità dovrà essere testata durante i prossimi eventi critici.

La **ROGGIA QUARTO**, altrimenti denominata roggia **ROSSOLA**, scorre in corrispondenza del confine comunale con Casnate, al margine centro-orientale del territorio di Grandate.

Essa rappresenta, per dimensioni e capacità idraulica, il maggiore affluente del Seveso in territorio comunale; il punto di confluenza si trova a Sud di Grandate, in Comune di Luisago.

La roggia Quarto prende origine nella piana orientale di origine fluvio-glaciale wurmiana ed incide la medesima con direzione Nord-Sud.

L'assetto idrografico è piuttosto semplice: l'alveo risulta piuttosto ridotto – largo appena 1.5/1.8m circa -, poco scavato ed essenzialmente rettilineo. Non si osservano fenomeni di erosione spondale e di dissesto geomorfologico.

Il suo bacino di contribuzione raccoglie le acque provenienti dalla porzione collinare Orientale del territorio di Grandate, con estensione, nell'ambito di quest'ultimo, pari a circa 0.50 kmq.

Attualmente, la porzione medio-terminale del sottobacino della roggia è scarsamente antropizzata. A causa della particolare conformazione morfologica, tale area, delimitata in ALLEGATO 4, risulta periodicamente interessata da fenomeni di ristagno delle acque meteoriche che, in previsione di future edificazioni anche di tipologia singola dovranno essere correttamente regimate al fine di evitare possibili alterazioni dell'equilibrio idrodinamico ed idraulico.

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI

In questo paragrafo vengono descritti ed esaminati gli aspetti geomorfologici ed idrografici derivati dal rilievo di dettaglio che ha interessato il sistema del TORRENTE SEVESO e il suo bacino, le cui evidenze sono riportate in ALLEGATO 4 – CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA ED IDROGRAFICA DI DETTAGLIO .

Di seguito vengono analizzate le singole problematiche con indicazione del numero progressivo di riferimento indicato in carta e del relativo toponimo, della causa determinante e degli effetti prodotti.

IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il rilievo geomorfologico ha evidenziato che le modeste dinamiche osservate connesse all'idrografia superficiale nel Comune di Grandate sono concentrate pressochè esclusivamente lungo l'asta fluviale del **Torrente SEVESO**.

In particolare, gli episodi di **EROSIONE SPONDALE** nell'ambito del bacino si ubicano rispettivamente:

1 PERCORSO INTERMEDIO DEL TORRENTE, A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO CON IL TRACCIATO AUTOSTRADALE, TRA LE QUOTE 303.0 E 302.6 M S.L.M.

Si rilevano numerosi fenomeni di erosione spondale, localizzati essenzialmente in corrispondenza dei lati esterni dei meandri. La lunghezza media dei fenomeni è pari a circa 50.0-60.0m, mentre l'altezza è solitamente attorno a 1.5-2.0m.

Sono possibilmente originati dall'elevata velocità e dalla vorticosità della corrente che determina, durante i periodi di piena, lo scalzamento al piede delle sponde favorito dalle caratteristiche litologiche e meccaniche dei materiali.

Nel dissesto possono essere coinvolti anche numerosi alberi (taluni di alto fusto) presenti in prossimità delle sponde. Tale fenomeno può risultare particolarmente pericoloso in occasione delle piene in quanto si potrebbero determinare le condizioni favorevoli per l'esondazione nella piana circostante, estesa all'AREA AD ELEVATA PROBABILITA' DI ESONDAZIONE contrassegnata in ALLEGATO 4.

Il criterio utilizzato per l'individuazione delle aree ad elevata probabilità di esondazione è esclusivamente di tipo morfologico in quanto non si dispone di specifica valutazione idraulica che consenta di delimitare le superfici a rischio attraverso il calcolo delle portate di piena con idoneo tempo di ritorno (TR).

2 PERCORSO TERMINALE DEL TORRENTE, TRA LE QUOTE 301.0 E 300.9 M S.L.M.

In questo tratto del torrente, lungo le sponde l'erosione risulta pressochè continua anche se di entità modesta. Le cause (elevata velocità e vorticosità della corrente) sono le medesime riscontrate nel precedente tratto (1), così come le tipologie dei materiali costitutivi delle sponde.

3 AREA A BASSA PROBABILITÀ DI ESONDAZIONE

Sebbene non si abbiano testimonianze di fenomeni di esondazione in territorio comunale, si segnala l'area a bassa probabilità di esondazione contrassegnata in ALLEGATO 4 in quanto, in condizioni meteorologiche particolarmente critiche, a causa delle peculiari condizioni morfologiche, potrebbe essere interessata dalle acque di piena.

Tale area si trova ai lati della fascia torrentizia canalizzata e rappresenta il settore più depresso della piana alluvionale con allungamento nella direzione della valle.

L'attuale utilizzo dell'area (bosco ceduo e di alto fusto in prossimità dell'alveo; prato/incolto altrove) potrebbe favorire l'effetto della laminazione naturale delle acque di piena.

Come precedentemente accennato, la delimitazione del settore è stata eseguita con criterio morfologico; sarebbe opportuno, in caso di utilizzo urbanistico di tali aree, impostare una valutazione di compatibilità idraulica per stabilire quali prescrizioni adottare e quali interventi per la riduzione del rischio sarebbe consigliabile realizzare.

INTERVENTI ed ELEMENTI ANTROPICI

Si riferiscono alle **sistemazioni fluviali** realizzate essenzialmente lungo il tratto sommitale del torrente Seveso nei tratti interessati dal rilievo di dettaglio. L'osservazione diretta di tali opere ed il loro stato di conservazione risulta localmente ostacolato dalla forte urbanizzazione dell'area prospiciente il corso d'acqua.

Si tratta per lo più di muri spondali costruiti a ridosso delle sponde e per delimitare le singole proprietà, estesi in maniera più o meno continua dal confine comunale con Montano Lucino sino all'attraversamento con l'Autostrada.

A valle di quest'ultimo punto, le sistemazioni spondali realizzate con massi (scogliere) interessano principalmente la sponda destra del torrente e si estendono per poche decine di metri.

USO DEL SUOLO

La superficie globale interessata dalle ricognizioni di campagna, stimata in circa kmq 1.5, risulta occupata per il 20% da bosco, soprattutto in corrispondenza delle aree a pendenza elevata del settore centro-orientale ed in prossimità delle incisioni vallive. La tipologia prevalente è il bosco ceduo, talora degradato.

La superficie adibita a COLTIVAZIONI AGRICOLE alla data del rilievo aveva estensione trascurabile; i limitati appezzamenti si ubicano principalmente in corrispondenza dell'area pianeggiante compresa tra il torrente Seveso e la rete ferroviaria. La tipologia più frequentemente riscontrata è il MAIS.

La superficie ad INCOLTO-PRATO nell'area di pianura è pari a circa kmq 0.25. La sua presenza costituisce un elemento positivo, in quanto il suolo, localmente caratterizzato da drenaggio buono, svolge un'azione ritardante nei confronti della circolazione superficiale delle acque meteoriche.

4.3 INDAGINE GEOTECNICA

Al fine di pervenire ad una prima CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA del sottosuolo del territorio comunale, si è proceduto come di seguito esposto:

- Analisi dei risultati di **n. 8 campagne geognostiche** pregresse eseguite in territorio comunale e, più precisamente (la numerazione corrisponde ai punti di ubicazione in **ALLEGATO 3 – CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**):
- Indagine geognostica presso la stazione FNM Grandate-Breccia (1)
- Indagine geotecnica per la realizzazione di nuovi box interrati in via Parini (2);
- Indagine geologico-tecnica per la costruzione del nuovo serbatoio pensile a servizio della rete idrica comunale (3);
- Indagine geologica relativa alla variante Grandate-Como con sottopasso ferroviario (4);
- Indagine geotecnica sui terreni di fondazione di un Ipermercato (5);
- Indagine geotecnica per l'ampliamento del Centro Sportivo "San Pos" (6);
- Indagine geotecnica per la costruzione di un muro di contenimento in via Papa Giovanni XXIII (7);
- Indagine geotecnica per la costruzione di nuovi capannoni in via Mantero (8).

Descrizione della successione litostratigrafica nell'ambito di uno scavo d'assaggio presso il CIMITERO COMUNALE (1).

Inoltre, sono state appositamente realizzate n. **3 prove penetrometriche SCPT** omogeneamente ubicate nel territorio comunale (ALLEGATO 3 – CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA), al fine di determinare i parametri geotecnici caratteristici del terreno e, mediante opportune correlazioni, la velocità delle onde sismiche (Vs), utile per l'analisi del territorio in prospettiva sismica.

4.3.1 Analisi delle indagini geognostiche

Indagine geognostica presso la stazione FNM Grandate-Breccia (1)

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 1 sondaggio geognostico spinto sino alla profondità di 50.0m per la determinazione delle caratteristiche litologiche dei terreni.

I risultati dell'indagine, che ha individuato essenzialmente QUATTRO unità omogenee dal punto di vista litostratigrafico, possono essere così sintetizzati:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -1.20 m

descrizione litologica: terreno di coltivo limoso-argilloso con sabbia e ghiaia fine;

UNITA' 2

profondità: da -1.20m a -9.50m

descrizione litologica: ghiaia poligenica sabbioso-limosa con ciottoli;

UNITA' 3

profondità: da -9.50m a -24.50m

descrizione litologica: sabbia medio-fine alternata ad intervalli decimetrici di limo debolmente sabbioso;

UNITA' 4

profondità: da -24.50m a -50.00m

descrizione litologica: arenaria da media a grossolana, localmente intercalata a marna arenacea fittamente stratificata.

FALDA ACQUIFERA: profondità non rilevata

Indagine geotecnica per costruzione di nuovi box interrati in via Parini (2)

La campagna d'indagine ha previsto n. 7 sondaggi a profondità comprese tra 3.5 e 6.5m dal p.c. Secondo quanto emerso, le unità geotecniche sono così caratterizzate:

UNITA' GEOTECNICA 1

profondità: da 0.0m sino al massimo -1.50 m dal p.c. (sondaggio n. 1)

descrizione litologica: limo e sabbia debolmente ghiaiosa con humus - terreno di copertura / coltivato
stato di addensamento: molto sciolto;

UNITA' GEOTECNICA 2

profondità: da 0.5m sino al massimo -5.40 m dal p.c. (sondaggio n. 4)

descrizione litologica: sabbia e limo argilloso
stato di addensamento: molto addensato;

UNITA' GEOTECNICA 3

Profondità del tetto dell'unità: compresa tra -1.5 (sondaggio n. 1) e -5.40 (sondaggio n. 4)

descrizione litologica: conglomerato con ciottoli eterometrici e cemento calcareo.
stato di addensamento: molto compatto.

FALDA ACQUIFERA: livello approssimativo compreso tra -1.6 (sondaggio n. 1) e -3.30m (sondaggio n. 7) dal p.c.

Indagine geologico-tecnica per la costruzione del nuovo serbatoio pensile a servizio della rete idrica comunale (3)

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche omogeneamente ubicate nell'area di progetto e di una trincea esplorativa.

Le UNITÀ GEOTECNICHE distinte risultano così caratterizzate:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -1.50 m
descrizione litologica: sabbia fine di colore nocciola /terreno di copertura
angolo di attrito interno ϕ : 24°
stato di addensamento: molto sciolto;

UNITA' 2

profondità: da -1.50 a -2.00 m
descrizione litologica: sabbia e ghiaia debolmente limosa, passante a ghiaia e ciottoli in matrice fine
angolo di attrito interno ϕ : 35°
stato di addensamento: addensato;

UNITA' 3

profondità: oltre -2.00 m
descrizione litologica: sabbia e ghiaia, passante a ghiaia e ciottoli molto compatta
angolo di attrito interno ϕ : 40°
stato di addensamento: molto addensato.

FALDA ACQUIFERA: profondità non rilevata

Indagine geologica relativa alla variante Grandate-Como con sottopasso ferroviario (4)

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 1 sondaggio geognostico spinto sino alla profondità di 15.0m per la determinazione delle caratteristiche litologiche dei terreni, alcune prove meccaniche S.P.T. e n. 6 prove S.C.P.T.

I risultati dell'indagine possono essere così sintetizzati:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -6.00 m
descrizione litologica: limo sabbioso-argillosi poco addensati;
angolo di attrito interno ϕ : 27°
stato di addensamento: sciolto.

UNITA' 2

profondità: da -6.00m a -7.80m
descrizione litologica: limi sabbiosi;
angolo di attrito interno ϕ : 34°
stato di addensamento: mediamente addensati.

UNITA' 3

profondità: da -7.80m a -15.00m
descrizione litologica: siltiti, arenarie e marne più o meno litificate;
angolo di attrito interno ϕ : 40-45°
stato di addensamento: localmente molto addensati.

FALDA ACQUIFERA: -8.00m dal p.c.

Indagine geotecnica sui terreni di fondazione di un Ipermercato (5)

L'indagine ha comportato la realizzazione di un sondaggio meccanico e n. 4 prove penetrometriche dinamiche omogeneamente ubicate nell'area di progetto.

Le UNITÀ GEOTECNICHE distinte risultano così caratterizzate:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -0.50 m

descrizione litologica: sabbia fine limosa e argillosa /terreno vegetale

UNITA' 2

profondità: da -0.50 a -1.50 m

descrizione litologica: ghiaia sabbiosa e limosa alterata

angolo di attrito interno ϕ : 33°

stato di addensamento: mediamente addensato;

UNITA' 3

profondità: da -1.50 a -5.50 m

descrizione litologica: ghiaia sabbiosa alternata a ghiaia limosa

angolo di attrito interno ϕ : 30°

stato di addensamento: mediamente addensato;

UNITA' 4

profondità: da -5.50 a -15.00 m

descrizione litologica: limo sabbioso poco addensato

angolo di attrito interno ϕ : 29°

stato di addensamento: poco addensato.

FALDA ACQUIFERA: -3.20/-3.40m dal p.c.

Indagine geotecnica per l'ampliamento del Centro Sportivo "San Pos" (6)

L'indagine, funzionale all'ampliamento della palazzina esistente, ha previsto l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT omogeneamente ubicate nell'area di progetto.

Le UNITÀ GEOTECNICHE distinte risultano così caratterizzate:

UNITA' 1 – intervallo pedogenetico

profondità: dal p.c. a -0.75 m

angolo di attrito interno ϕ : 29°

Densità relativa Dr: 43%

stato di addensamento: moderatamente addensato;

velocità indicativa delle onde sismiche S: 90 m/sec

UNITA' 2

profondità: da -0.75m a -5.70 m

angolo di attrito interno ϕ : 22°

Densità relativa Dr: 10%
stato di addensamento: molto sciolto;
velocità indicativa delle onde sismiche S: 90 m/sec

UNITA' 3

profondità: da -5.70m a -7.50 m
angolo di attrito interno ϕ : 31°
Densità relativa Dr: 47%
stato di addensamento: moderatamente addensato;
velocità indicativa delle onde sismiche S: 168 m/sec

UNITA' 4

profondità: da -7.50m a -7.80 m
angolo di attrito interno ϕ : 45°
Densità relativa Dr: >90%
stato di addensamento: molto addensato;
velocità indicativa delle onde sismiche S: 235 m/sec

FALDA ACQUIFERA: profondità non rilevata

Indagine geotecnica per la costruzione di un muro di contenimento in via Papa Giovanni XXIII (7)

L'indagine, funzionale alla realizzazione di un nuovo muro di contenimento presso il parcheggio di via Papa Giovanni XXIII, ha comportato l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT.

Le UNITÀ GEOTECNICHE omogenee risultano così caratterizzate:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -1.10m
angolo di attrito interno ϕ : 22°
Densità relativa Dr: 10%
stato di addensamento: molto sciolto;
velocità indicativa delle onde sismiche S: 90 m/sec

UNITA' 2

profondità: da -1.10m a -2.0 m
angolo di attrito interno ϕ : 29°
Densità relativa Dr: 43%
stato di addensamento: moderatamente addensato;
velocità indicativa delle onde sismiche S: 156 m/sec

UNITA' 3

profondità: da -2.0m a -2.60 m
angolo di attrito interno ϕ : 45°
Densità relativa Dr: 85%
stato di addensamento: molto addensato;
velocità indicativa delle onde sismiche S: 215 m/sec

FALDA ACQUIFERA: profondità non rilevata

Indagine geotecnica per la costruzione di nuovi capannoni in via Mantero (8)

La campagna di prove è stata eseguita al fine di determinare le caratteristiche fisico-geotecniche e la portanza del terreno di fondazione di nuovi capannoni ad uso logistico in via Mantero.

Dall'analisi dei risultati delle 5 SCPT, si sono distinte le seguenti UNITÀ GEOTECNICHE omogenee così caratterizzate:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -2.7/-4.8m

angolo di attrito interno ϕ : 20°

Densità relativa Dr: <10%

stato di addensamento: molto sciolto;

UNITA' 2

profondità: da -2.7/-4.8m a -7.5/-9.1m

angolo di attrito interno ϕ : 34°

Densità relativa Dr: 58%

stato di addensamento: moderatamente addensato;

UNITA' 3

profondità: da -7.5/-9.1m a -10.5 m

angolo di attrito interno ϕ : 39°

Densità relativa Dr: 74%

stato di addensamento: addensato;

FALDA ACQUIFERA: -7.0m dal piano campagna

SCAVO D'ASSAGGIO PRESSO IL CIMITERO COMUNALE (1)

Lo scavo è stato eseguito in data 10.02.2003, in prossimità del terreno oggetto del futuro ampliamento. La successione litostratigrafica incontrata è la seguente:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. a -0.30 m

descrizione litologica: sabbia fine limosa e argillosa /terreno vegetale

UNITA' 2

profondità: da -0.30 a -2.30 m

descrizione litologica: ghiaia sabbiosa e limosa priva di alterazioni

UNITA' 3

profondità: da -2.30 a -2.50 m

descrizione litologica: sabbia media e fine debolmente ghiaiosa

FALDA ACQUIFERA: profondità non rilevata



Foto n. 1 – scavo d'assaggio presso cimitero – Comune di Grandate (CO) – profondità: -2.5m

PROVA PENETROMETRICA SCPT 1

La prova è stata eseguita presso il sito sul quale sorgerà la nuova Scuola Media. La medesima prova, di carattere semplicemente esplorativo e non esaustiva ai fini progettuali, ha dato indicazioni in termini di parametri geotecnici caratteristici del terreno e, mediante opportune correlazioni, di velocità delle onde sismiche (V_s), utili per l'analisi del territorio soggetto a possibile espansione urbanistica.

Con riferimento all'ubicazione della prova 1 (ALLEGATO 3) ed al diagramma della prova riportato in ALLEGATO 10, sono state distinte le seguenti UNITÀ GEOTECNICHE così caratterizzate:

UNITA' 1
profondità: dal p.c. (0,0m) a -1,5m (terreno pedogenizzato)
N medio: 2 c/p
Litologia: Limo sabbioso (presunto) - MI
Stato di addensamento: MOLTO SCIOLTO
Permeabilità: SCARSA
Qualità portanti: da MEDIOCRI a SCADENTI
(in assenza di gelo)

UNITA' 2
profondità: dal -1,5m a -3,6m
N medio: 17 c/p

Litologia: Sabbia debolmente limosa (presunta) - SP
Stato di addensamento: MODERATAMENTE ADDENSATO
Permeabilità: MEDIA
Qualità portanti: MEDIOCRI
(in assenza di gelo)

UNITA' 3
profondità: dal -3,6m a -9,9m
Litologia: Sabbia (presunta) - SW
N medio: 44 c/p
Stato di addensamento: ADDENSATO
Permeabilità: da MEDIA a ELEVATA
Qualità portanti: da BUONE a MEDIOCRI
(in assenza di gelo)

Non è stata riscontrata la presenza di falda acquifera.

PROVA PENETROMETRICA SCPT 2

La prova è stata eseguita presso l'area attrezzata del Parco Pubblico "Topolino", adiacente al centro abitato del Comune di Grandate. Essa ha fornito indicazioni in termini di parametri geotecnici caratteristici del terreno e, mediante opportune correlazioni, di velocità delle onde sismiche (Vs).

Con riferimento all'ubicazione della prova 2 (ALLEGATO 3) ed al diagramma della medesima riportato in ALLEGATO 10, sono state distinte le seguenti UNITÀ GEOTECNICHE così caratterizzate:

UNITA' 1
profondità: dal p.c. (0,0m) a -3,3m
N medio: 2 c/p
Litologia: Limo sabbioso (presunto) - MI
Stato di addensamento: MOLTO SCIOLTO
Permeabilità: SCARSA
Qualità portanti: da MEDIOCRI a SCADENTI
(in assenza di gelo)

UNITA' 2
profondità: dal -3,3m a -7,5m
N medio: 9 c/p
Litologia: Sabbia debolmente limosa (presunta) - SM
Stato di addensamento: SCIOLTO
Permeabilità: da MEDIA a SCARSA
Qualità portanti: MEDIOCRI
(in assenza di gelo)

UNITA' 3
profondità: dal -7,5m a -9,9m
Litologia: Sabbia (presunta) - SW
N medio: 32 c/p

Stato di addensamento: ADDENSATO
Permeabilità: MEDIA
Qualità portanti: da MEDIOCRI a BUONE
(in assenza di gelo)

FALDA ACQUIFERA (presumibilmente di tipologia sospesa): -1.5m dal piano campagna

PROVA PENETROMETRICA SCPT 3

La prova è stata eseguita in prossimità dell'impianto di potabilizzazione delle acque di Via Plinio (ALLEGATO 3). Con riferimento al diagramma della prova riportato in ALLEGATO 10, sono state distinte le seguenti UNITÀ GEOTECNICHE così caratterizzate:

UNITA' 1

profondità: dal p.c. (0,0m) a -3,3m
N medio: 3 c/p
Litologia: Limo sabbioso (presunto) - MI
Stato di addensamento: MOLTO SCIOLTO
Permeabilità: SCARSA
Qualità portanti: da MEDIOCRI a SCADENTI
(in assenza di gelo)

UNITA' 2

profondità: dal -3,3m a -6,3m
N medio: 42 c/p
Litologia: Ghiaia sabbiosa (presunta) - GP
Stato di addensamento: ADDENSATO
Permeabilità: ELEVATA
Qualità portanti: BUONE
(in assenza di gelo)

UNITA' 3

profondità: dal -6,3m a -6,6m
Litologia: Ghiaia compatta - GW
N medio: 90 c/p
Stato di addensamento: MOLTO ADDENSATO
Permeabilità: ELEVATA
Qualità portanti: BUONE
(in assenza di gelo)

Non è stata riscontrata la presenza di falda acquifera.

4.3.2 Considerazioni riassuntive

Sulla base della caratterizzazione litostratigrafica derivata dall'esame delle indagini geognostiche eseguite in territorio comunale, risulta possibile individuare QUATTRO ambiti con differenti caratteristiche litologiche superficiali ai fini ingegneristici così identificabili – vedi ALL. 3:

ZONA A LIMO SABBIOSO E ARGILLOSO PREVALENTE

Caratterizzata dalle stratigrafie della indagini geotecniche n. 1, 4, 5, 8 e dalla prova penetrometrica n. 3. Comprende l'ampia fascia di territorio che si estende dal settore Nord-occidentale a quello Sud-occidentale del comprensorio in esame, ascrivibile alla pianura tardo-glaciale.

E' contraddistinta dalla presenza di materiali eterogenei limosi con sabbia ed argilla, privi di evidenti alterazioni.

La formazione in esame è di origine glacio-lacustre.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico (-1,0/-1,5m dal p.c.) che possono essere generalmente classificati come "*materiali con mediocri qualità portanti, con permeabilità medio-bassa*".

Sulla base delle informazioni desunte dalle indagini eseguite in tale zona, ai fini ingegneristici si segnala la necessità di accertare in maniera puntuale durante la fase progettuale di nuovi interventi edificatori, l'esatta posizione della falda acquifera al fine di evitare possibili interferenze negative con elementi strutturali e con i piani interrati degli edifici, nonché con manufatti per lo smaltimento delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

ZONA A SABBIA LIMOSA E ARGILLOSA PREVALENTE

Comprende limitati settori di territorio in posizione Occidentale e Sud-Occidentale del Comune di Grandate.

E' contraddistinta da depositi sciolti sabbiosi medio-fini con ghiaia da media a grossolana debolmente ciottolosa. Il deposito è di origine alluvionale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione qualitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico sino ad una profondità di circa 2.0 m dal p.c. Nei settori prospicienti l'alveo fluviale del torrente Seveso si riscontrano "*mediocri qualità portanti, con permeabilità dei materiali da media a localmente elevata*".

Analogamente alla precedente Zona, ai fini ingegneristici si segnala la necessità di accertare in maniera puntuale l'esatta posizione della falda acquifera.

ZONA A GHIAIA E SABBIA CEMENTATA PASSANTE A CONGLOMERATO

Caratterizzata dalle stratigrafie della indagini geotecniche n. 2, 3, 7 e dalle prove penetrometriche n. 1 e 2.

Comprende il settore di territorio in posizione Nord-orientale, ascrivibile al comparto collinare in materiale lapideo (substrato roccioso) a limitata profondità dal piano campagna (normalmente tra 2.5 e 3.5m, localmente a maggiori profondità), sovrastato da depositi eluvio-colluviali limoso-sabbiosi.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico (-2,0/-2,5m dal p.c.) che possono essere generalmente classificati come "*materiali con buone qualità portanti, con permeabilità secondaria da media a nulla*".

Anche in questa zona, in fase progettuale si suggerisce l'approfondimento conoscitivo delle caratteristiche idrogeologiche puntuali, in virtù della potenziale presenza di circolazioni idriche sotterranee lungo le fratture del deposito.

ZONA A SABBIA ARGILLOSA CON GHIAIA E CIOTTOLI PREVALENTE

Caratterizzata dalla successione dell'indagine geotecnica n. 6.

Comprende la porzione Orientale del Comune di Grandate ed è contraddistinta da depositi sabbioso-limosi-argillosi eterogenei e da frazioni granulari ghiaioso-ciottolose, progressivamente meno alterate con la profondità. Il deposito è di origine morenica.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico che possono essere classificati come *"terreni con qualità portanti da mediocri a discrete, con permeabilità da bassa a media"*.

Relativamente a tale Zona, ai fini ingegneristici è necessario segnalare i seguenti aspetti fondamentali: in corrispondenza della superficie topografica, soprattutto in presenza di zone morfologicamente depresse o conche naturali, le acque superficiali tendono a ristagnare anche per lunghi periodi a causa di condizioni di drenaggio del suolo di entità MEDIOCRE e della ridotta conducibilità idraulica del deposito litologico;

localmente in tale zona, a debole profondità dal p.c. (-2.0/-3.0m), non è raro incontrare piccole falde idriche sospese che possono interferire con le strutture fondali o con i piani interrati degli edifici. Tali circolazioni sotterranee avvengono nell'ambito di sporadici intervalli di materiale grossolano permeabile all'interno di una massa di fondo prevalentemente poco permeabile.

Poiché a priori risulta assolutamente arbitraria la precisa localizzazione ed estensione di tali circolazioni idriche subsuperficiali, non è da escludere il riscontro delle medesime condizioni idraulico-geotecniche anche in aree limitrofe alla Zona di riferimento.

4.4 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA

Sono stati individuati e cartografati i seguenti **Fattori antropici** intesi come **potenziali produttori di inquinamento dei corpi idrici sotterranei e superficiali** (vedi ALL. 3 - CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA):

Rete fognaria

La rete fognaria comunale presenta una discreta distribuzione dei propri collettori sull'area urbana. Ciò premesso, non si hanno informazioni riguardo l'eventuale presenza di pozzi perdenti nel sottosuolo.

In ALL. 3 vengono rappresentate le reti fognarie separate delle acque nere e meteoriche, nonché i tracciati dei Collettori consortili.

Strada di intenso traffico veicolare

La S.S. dei Giovi n. 35 attraversa il Comune in corrispondenza del margine Orientale con un tracciato disposto secondo la direttrice NE-SO. La lunghezza del percorso in territorio di Grandate è pari a circa 2200m.

Cimitero

L'area cimiteriale del Comune di Grandate si ubica nel settore centrale, all'incrocio tra le vie Leopardi e Repubblica.

Aree estrattive

Nel territorio comunale è presente un'area attualmente dismessa che in passato veniva utilizzata per l'estrazione di materiale inerte, ubicata a Sud dei tre pozzi comunali ad una distanza minima di circa 300m. Al termine dell'attività di escavazione, l'area in questione è stata colmata con materiali di tipologia ignota. Nell'ambito di tale settore i processi di infiltrazione di eventuali sostanze indesiderate nella falda potrebbero risultare facilitati a causa dell'asportazione della coltre superficiale di terreno e del minore tempo di percorrenza nell'insaturo.

A Sud di quest'area, secondo quanto previsto dal PTCP, è attivo un nuovo polo estrattivo con termine al tracciato del torrente Seveso e con estensione complessiva pari a circa 27.500 mq. La porzione attualmente coltivata ha determinato l'affioramento sul fondo dello scavo di acqua di falda (probabilmente di tipologia sospesa) intercettata a circa 10m di profondità dal piano campagna.

Autostrada

Si tratta dell'Autostrada Como-Milano A9 con sviluppo NE-SO, costantemente interessata da un intenso traffico di autoveicoli e di automezzi.

I pozzi comunali n. 1 e 3 si trovano immediatamente ad Est del tracciato ad una distanza massima di 10m circa e risultano compresi tra quest'ultimo e la ferrovia N.M.; il pozzo n. 2 si colloca ad oriente sia dell'autostrada, sia della ferrovia, a circa 15m dal margine esterno della massicciata.

In considerazione delle condizioni di deflusso della falda sotterranea e della ridotta distanza intercorrente tra l'arteria viaria ed i pozzi n. 1, 3 e, in seconda analisi, 2, non si esclude che eventuali incidenti o sversamenti di sostanze inquinanti lungo il suddetto tracciato, anche se tempestivamente segnalati, possano compromettere le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee captate dai pozzi.

Ferrovia

Il tracciato della rete ferroviaria Nord Milano si sviluppa in direzione N-S sino al confine comunale, in prossimità del quale piega bruscamente in senso O-E. Analogamente a quanto segnalato in precedenza per il tracciato autostradale, la ferrovia rappresenta un elemento di rischio per le acque prelevate soprattutto nell'ambito dei pozzi n. 1 e 2.

Centro raccolta rifiuti comunale

Si colloca nella porzione centro-Occidentale del territorio comunale, in posizione adiacente al comparto estrattivo dismesso. La struttura occupa complessivamente una superficie di 800 mq.

Infine, sono stati individuati e cartografati i seguenti FATTORI ANTROPICI intesi come riduttori reali o potenziali di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali:

Aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile

Sono state delimitate le aree di rispetto relative ai TRE pozzi pubblici per uso potabile in territorio comunale a servizio dell'acquedotto di Grandate.

Per i pozzi n. 1 (via Leopardi), 2 (località Coribiolo) e 3 (strada Consorziale del Laghet) l'Amministrazione Comunale ha provveduto alla ridelimitazione delle aree secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

All'interno di tali aree sono vigenti le prescrizioni e le limitazioni d'uso del territorio indicate dal D.Lgs. n. 152/2006. Per ciascuna captazione è inoltre vigente un'area di tutela assoluta con raggio di 10 m, nell'ambito della quale è vietata qualsiasi attività od insediamento.

Inoltre, sul territorio comunale di Grandate insistono n. 3 pozzi idropotabili di proprietà A.C.S.M. S.p.A. (pozzi Caneda n. **5bis**, **7** ed **8**). Il primo e l'ultimo di questi si ubicano al margine centro-occidentale del Comune, ad Est del tracciato autostradale, mentre il n. 7 è posizionato nel settore Nord- occidentale. Anche in questo caso, le aree di rispetto sono state ridelimitate secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

4.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Introduzione

Il rischio eventi sismici è costituito dalla possibilità che, sul territorio comunale, in un certo intervallo di tempo si risentano gli effetti di un sisma in grado di provocare danni alle persone, alle cose e all'ambiente.

Il terremoto è in una repentina liberazione di energia che si è andata accumulando nel tempo nello strato superficiale della terra. L'energia elastica può, ad un dato momento, superare la resistenza intrinseca delle rocce stesse; a questo punto, avviene la frantumazione delle rocce e la liberazione di energia che si trasmette sotto forma di:

- onde compressive o onde P;
- onde ondulatorie o onde S.

Il punto in cui inizia la "rottura" delle rocce si definisce ipocentro mentre la sua proiezione verticale sulla superficie terrestre viene definita epicentro.

Le onde P ed S si generano nell'ipocentro e sono chiamate onde di volume o onde interne. Quando le onde interne raggiungono la superficie si trasformano in parte in onde superficiali che si propagano dall'epicentro lungo la superficie terrestre, mentre si smorzano rapidamente in profondità. Tra queste le principali sono le onde Rayleigh e le onde Love. La trasmissione delle onde sismiche avviene attraverso le rocce ed i terreni con caratteristiche elastiche proprie.

Legislazione vigente

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

L'ordinanza è nata dalla necessità di dare una risposta integrata alle esigenze poste dal rischio sismico a seguito del ripetersi di eventi calamitosi che hanno interessato anche zone non classificate sismiche.

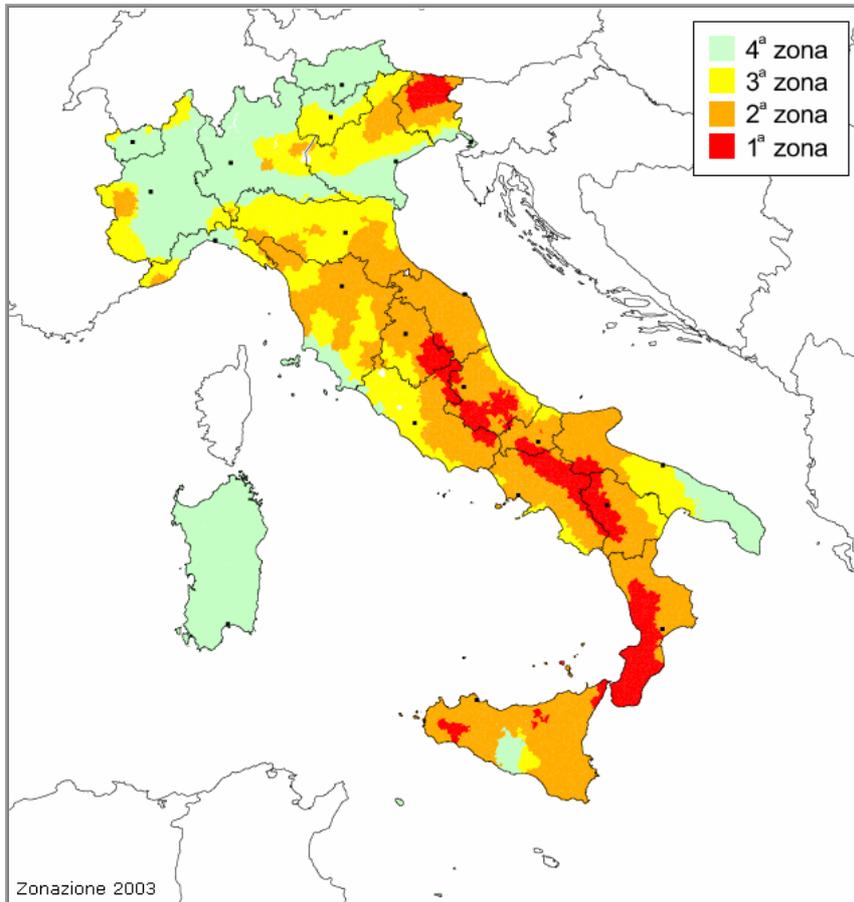
L'ordinanza è intervenuta direttamente sull'aggiornamento della pericolosità sismica "ufficiale", ossia sulla classificazione sismica e sugli strumenti per progettare e costruire, ossia sulle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Classificazione sismica del territorio (Art. 1 ed art. 2 comma 1)

All'Ordinanza è allegato il documento che definisce i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" (Allegato 1). La nuova classificazione è articolata in 4 zone, le prime tre corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6), mentre la zona 4 è di nuova introduzione ed in essa è data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

I suddetti Criteri prevedono che in prima applicazione, sino alle deliberazioni delle Regioni, le zone sismiche siano individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale", elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997, con alcune precisazioni che sostanzialmente fanno sì che i Comuni già classificati prima dell'ordinanza non possano essere assegnati ad una zona di pericolosità inferiore. Fra gli allegati all'Ordinanza è compresa la lista dei Comuni con la zona sismica corrispondente alla prima applicazione dei criteri generali (Allegato A). Questa lista è dunque immediatamente operativa ai sensi dell'ordinanza.

A regime la procedura di formazione ed aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche prevede la messa a punto, entro un anno, di una nuova mappa nazionale di riferimento, espressa in termini di accelerazione orizzontale di picco al suolo. Tale mappa sarà la base per gli aggiornamenti degli elenchi delle zone sismiche che le Regioni attueranno utilizzando i margini di tolleranza specificati nell'allegato 1. Della mappa di riferimento sono previste revisioni che la mantengano attuale rispetto al consolidarsi delle conoscenze nel settore.



Zonazione sismica del territorio italiano – fonte Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - 2003

Graduazione dell'applicazione della classificazione e delle norme tecniche (Art. 2 comma 2)

Il D.M. 14/09/2005 prevede una graduale applicazione delle nuove norme tecniche. Questa graduazione in alcuni casi va anche a modificare il regime transitorio stabilito dalla Legge n. 64/74 rendendolo meno stringente. In sostanza:

- le norme tecniche e la classificazione sismica previgenti possono essere applicate per tutti i lavori già iniziati e per le opere pubbliche già appaltate o i cui progetti siano stati già approvati;
- le norme tecniche e la classificazione sismica previgenti continuano ad essere applicabili per il completamento di interventi di ricostruzione effettuati a seguito di eventi sismici già disciplinati prima dell'entrata in vigore dell'Ordinanza stessa.

In tutti gli altri casi, incluse le opere strategiche e rilevanti, è data facoltà nel periodo transitorio, scegliere quali norme tecniche e quale classificazione sismica utilizzare. Ovviamente per le zone classificate in modo più

severo rispetto alla precedente zonazione è opportuno che le opere strategiche e rilevanti siano progettate tenendo conto della nuova classificazione sismica, e quindi con applicazione delle norme tecniche anche previgenti, al fine di non dover essere verificate nei prossimi 5 anni, in forza di quanto disposto dall'art. 2 comma 3 (vedi anche 4.2). Nel seguito si illustrano in maggiore dettaglio i punti sopra elencati.

Criteria generali per l'individuazione delle zone sismiche ai fini della formazione e dell'aggiornamento degli elenchi da parte delle Regioni.

Le norme tecniche indicano 4 valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare. Il numero delle zone è pertanto 4. Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo il seguente schema:

zona	accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (ag/g)	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 7/14964 del 07.11.2003, ha emanato disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza P.C.M., recependo in via transitoria e sino a nuova determinazione, **l'elenco delle zone sismiche in Lombardia che prevede, nell'ambito della Provincia di Como, l'inserimento di tutti i Comuni nella zona 4 (bassa sismicità).**

Si dispone inoltre che le norme tecniche di cui all'Ordinanza si applichino obbligatoriamente agli edifici strategici ed opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini della protezione civile e per gli edifici e per le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Tali edifici ed opere, tipologicamente individuati con D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003 sono di seguito brevemente elencati (per completezza, si veda l'elenco completo riportato nel sopracitato provvedimento):

edifici ed opere strategiche

- edifici destinati a sedi dell'Amm. regionale, dell'Amm. provinciale, di Amm. comunali e di Comunità montane;
- sedi di sale operative per la gestione delle emergenze non di competenza statale (COM, COC); centri funzionali di protezione civile;
- edifici ed opere individuate nei piani di emergenza;
- ospedali e strutture sanitarie; sedi Az. Unità Sanitarie Locali; centrali operative 118

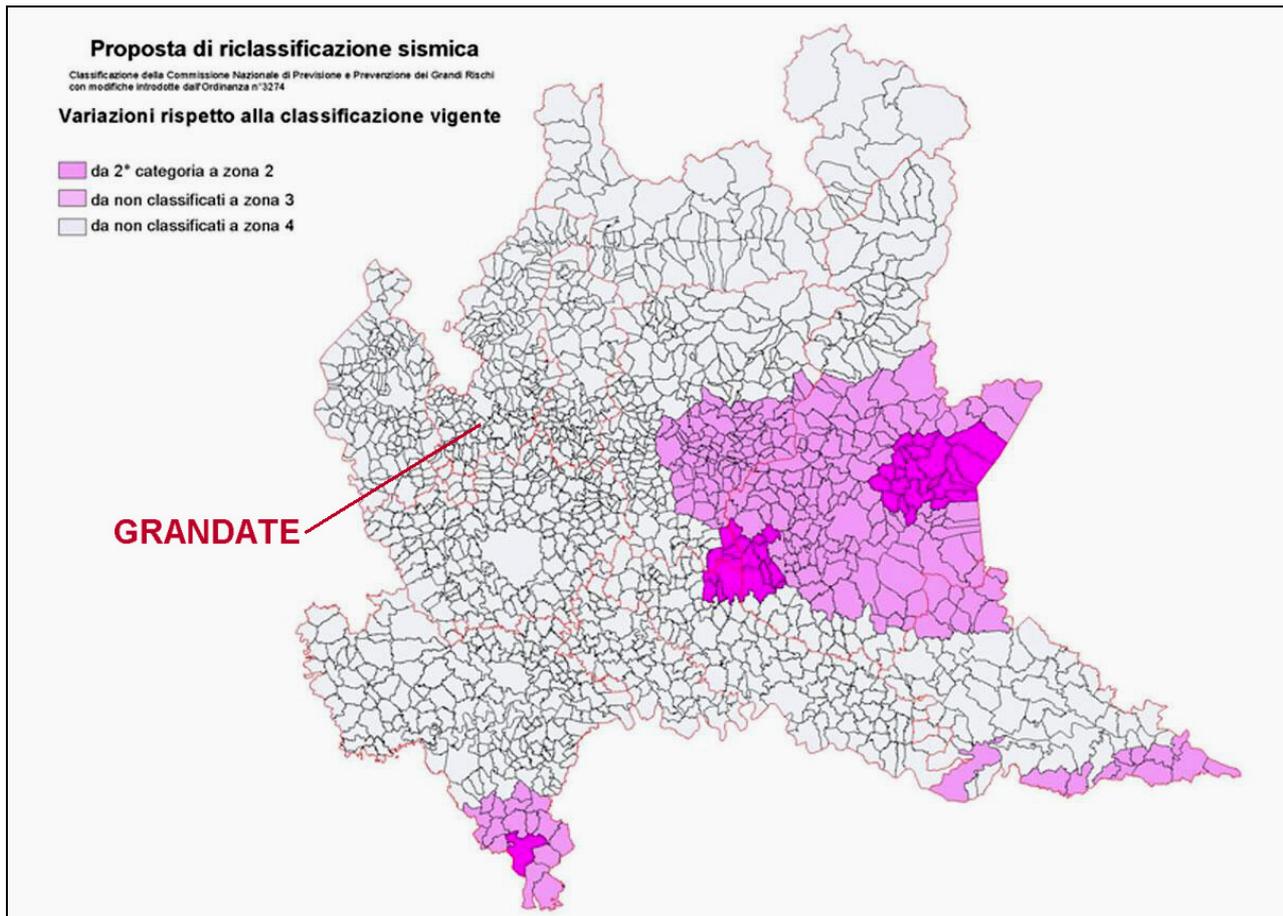
edifici ed opere rilevanti

- asili nido e scuole; strutture ricreative, sportive e culturali; locali di spettacolo ed intrattenimento;
- edifici aperti al culto;
- strutture sanitarie e socio-assistenziali per non autosufficienti;
- edifici/strutture aperte al pubblico per erogazione di servizi, adibiti al commercio, suscettibili di grane affollamento.

opere infrastrutturali

- punti sensibili (ponti, gallerie, strade, ferrovie) situati lungo arterie strategiche provinciali o comunali e quelle considerate strategiche nei Piani di emergenza Provinciali e Comunali;
- stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale;

- porti, aeroporti ed eliporti (non di competenza statale) indicati nei Piani di emergenza;
- strutture connesse con produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica e di materiali combustibili (non di competenza statale);
- strutture connesse con il funzionamento degli acquedotti locali e con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e mobile);
- strutture industriali di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri o pericolosi;
- opere di ritenuta di competenza regionale.



Zonazione sismica del territorio regionale, adeguata rispetto all'OPCM (2003) – fonte Regione Lombardia

4.5.1 Analisi del rischio sismico nel territorio comunale – metodologia definita dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008

Introduzione

Con le nuove direttive per la componente geologica a supporto dei PGT (L.R. n. 12/2005), la Regione Lombardia indica un metodo per l'impostazione delle verifiche in prospettiva sismica dei territori Comunali (Allegato 5).

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di

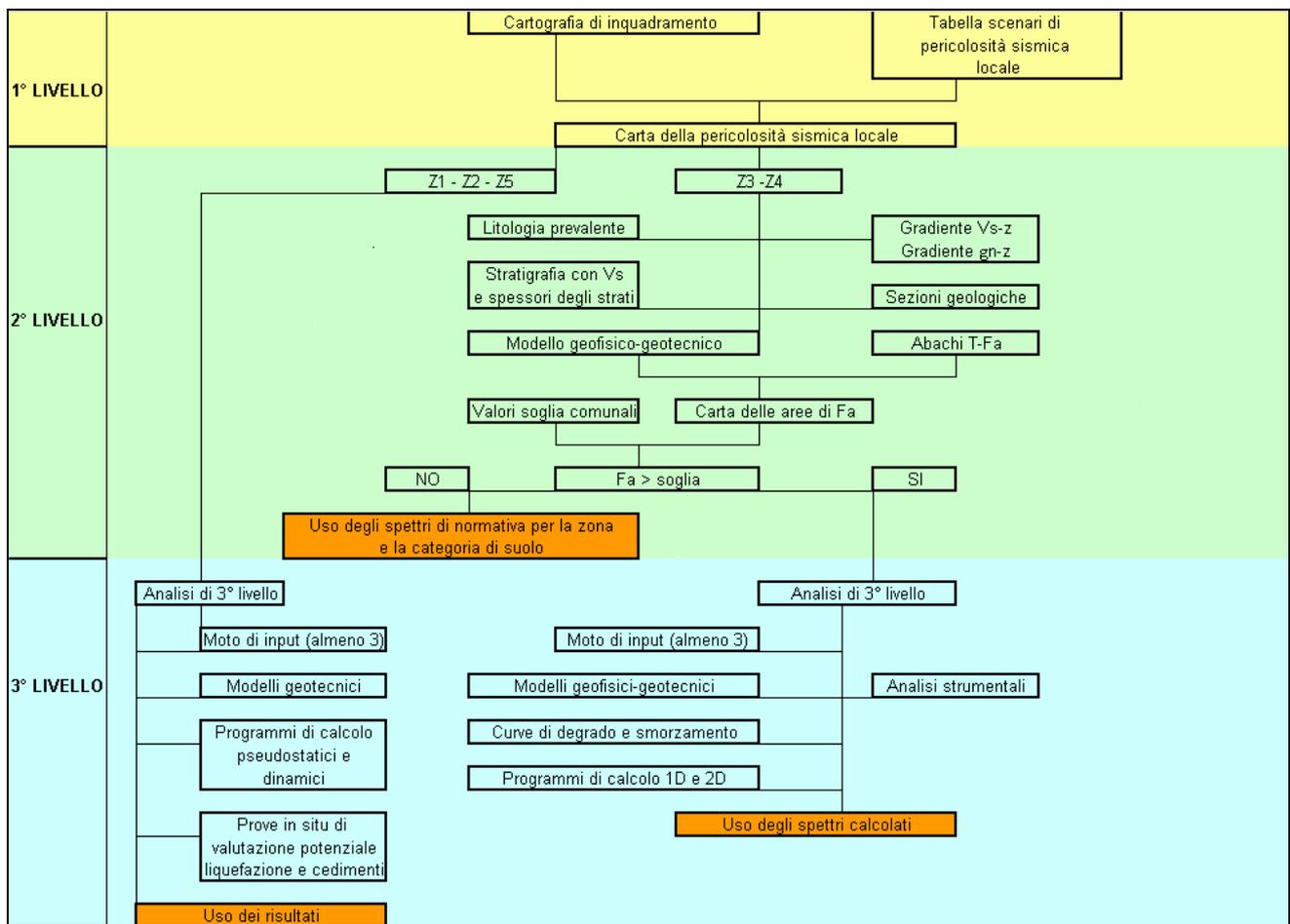
pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Il livello 3° è obbligatorio anche nel caso in cui si stia 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.

I nuovi criteri forniscono inoltre le indicazioni per l'analisi del rischio sismico, in attuazione all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

La presente analisi è predisposta secondo i criteri dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374 ed è volta alla redazione della carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL) che costituisce il 1° livello di approfondimento della componente sismica territoriale. Tale carta è redatta a partire dalle informazioni di carattere litologico e geotecnico riportate nei precedenti Capitoli integrate da informazioni di tipo morfologico.

I 3 livelli di approfondimento richiesti dalla normativa regionale, i percorsi e i dati necessari per la loro costruzione sono sintetizzati nel seguente schema:



Attraverso lo schema fornito dalla Regione Lombardia (tabella 1) è possibile perimetrare arealmente le varie situazioni tipo in grado di determinare diversi effetti sismici locali; questa perimetrazione costituisce il 1° livello di approfondimento e fornisce la base per l'applicazione dei livelli successivi (tabella 2).

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 (comprese 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

Tabella 1 – effetti sismici presunti in relazione alla situazione morfologica e litologica locale

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Classe 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	Zone 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 (comprese 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	H2– livello di approfondimento 3°

Tabella 2 – attribuzione della classe di pericolosità sismica e livello di approfondimento da raggiungere

Nei territori comunali classificati come Zona sismica 4 (cioè quelli che presentano il minor grado di rischio sismico e che precedentemente alla Ordinanza 3274 del 20/03/03 erano esclusi dalla zonazione perchè ritenuti non sismici), ai quali appartiene il Comune di GRANDATE, la normativa regionale prevede l'applicazione dei livelli successivi al 1°, secondo lo schema seguente:

	livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale proposto dalla Regione - nelle zone PSL Z1, Z2, e Z5 per edifici strategici e rilevanti

4.5.1.1 Analisi di 1° LIVELLO

L'analisi di 1° livello rappresenta un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Essa si basa sulle osservazioni di carattere geologico e sulla raccolta di dati disponibili, quali:

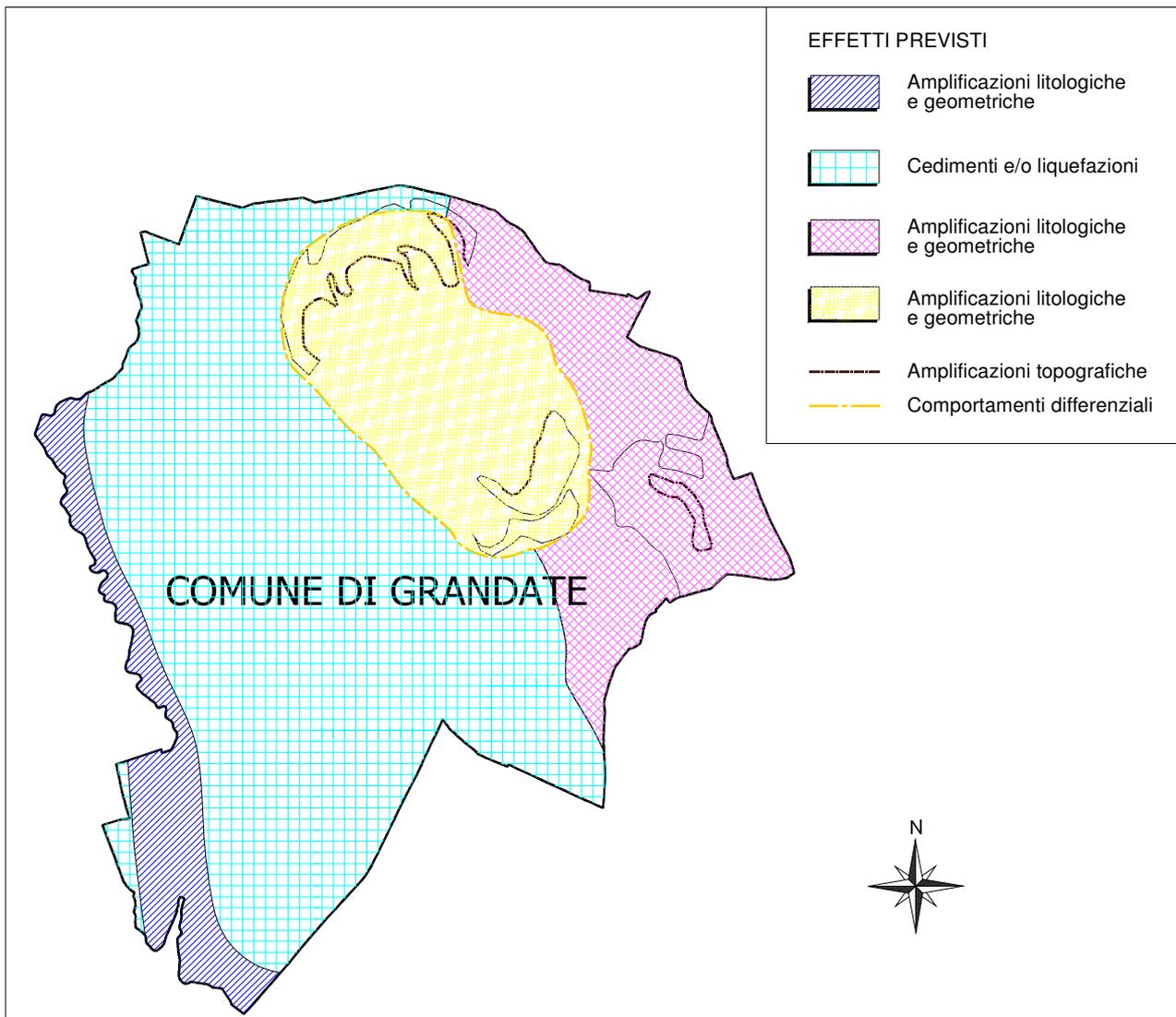
- cartografia topografica di dettaglio;
- cartografia geologica e dei dissesti;
- risultati disponibili di indagini geognostiche e geotecniche;
- analisi delle condizioni stratigrafiche generali;
- posizione e regime della falda;
- caratteristiche di consistenza e proprietà geotecniche dei terreni nelle condizioni naturali.

Negli **ALLEGATI 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE** – e **5A - PROFILI TOPOGRAFICI** - viene riportata l'individuazione delle situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali. In particolare, nell'ambito del territorio comunale di GRANDATE si distinguono le seguenti situazioni tipo così caratterizzate:

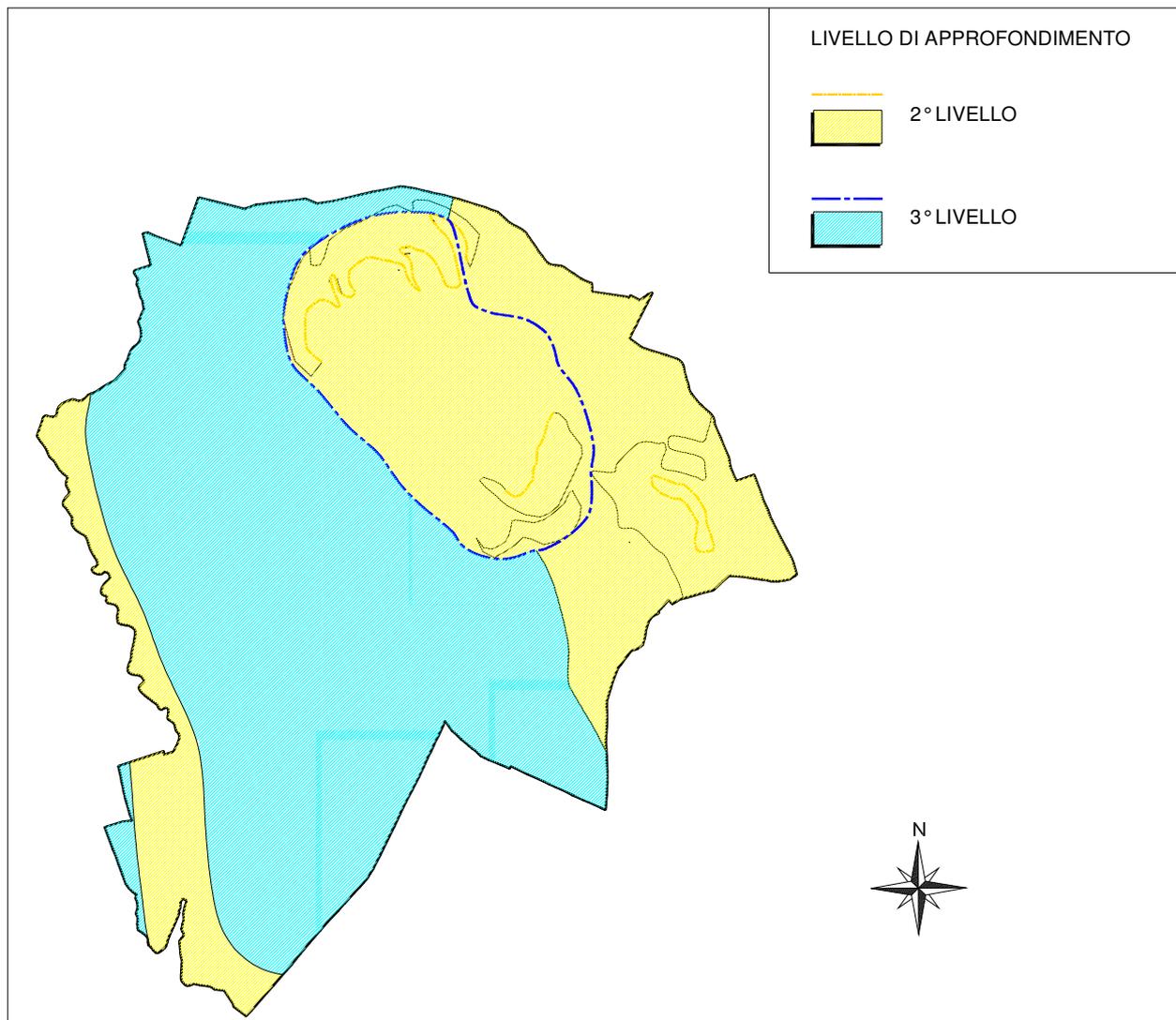
Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Effetti	Classe di pericolosità sismica locale
Z2	Zona con terreni di fondazione scadenti (terreni fini con locale presenza di falda sospesa e/o superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio $H > 10m$ (scarpata con	Amplificazioni litologiche e	H2 – livello di

	parete subverticale, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	geometriche	approfondimento 2°
Z4a	Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4d	Zona con presenza di terreni di origine eluvio-colluviale	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z5	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali	H2 – livello di approfondimento 3°

Nell'immagine seguente viene illustrata la distribuzione degli effetti previsti sui terreni nel Comune di GRANDATE considerando le caratteristiche litologiche e geotecniche degli stessi.



E' possibile quindi individuare il livello di approfondimento per lo scenario di pericolosità sismica individuato, così come graficamente illustrato nella seguente figura:



4.5.1.2 Analisi di 2° LIVELLO

Si tratta della caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle zone perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale che fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di Amplificazione (Fa). Secondo il criterio definito dalla D.G.R. 8/7374, lo studio è condotto con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche ed è utilizzato per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Con riferimento all'ALLEGATO 5 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – per il Comune di GRANDATE le analisi di 2° livello si applicano alle **ZONE Z4a, Z4c e Z4d** (susceptibili di **effetti litologici**) e **Z3a** (susceptibile di **effetti morfologici**) per le sole tipologie costruttive strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003).

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

Caratterizzazione del sito dal punto di vista sismico

Per la classificazione del sito è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

- il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori, generalmente con valori oltre i 500-700 m/s;
- la velocità delle onde S negli strati di copertura.

La caratterizzazione può essere effettuata utilizzando prove penetrometriche dinamiche (SPT o SCPT) o statiche (CPT) o attraverso la sismica a rifrazione.

La metodologia utilizzata per il territorio di GRANDATE si riferisce alla prima categoria di misurazioni, non essendo disponibili risultati relativi alla seconda ed alla terza citata.

Caratterizzazione del terreno attraverso prove penetrometriche dinamiche (SCPT)

Esistono in letteratura molte formule empiriche che consentono di correlare il valore di N_{spt} (numero di colpi per 30 cm di avanzamento) con la velocità delle onde S nel terreno.

Tra le più utilizzate, la relazione di Otha e Goto (1978) viene anche consigliata dal Manuale internazionale TC4 per la zonazione dei rischi geotecnici.

La formula, che tiene conto sia dell'età del deposito che della sua granulometria dominante, ha la seguente espressione:

$$V_s (m/s) = 68 N_{spt}^{0.17} D^{0.2} EF$$

dove

D (m) è la profondità media dello strato dal piano campagna;

E è un fattore che tiene conto dell'età del deposito;

F è un coefficiente funzione della granulometria dominante dello strato.

Per la stima della velocità delle onde S nel substrato, in mancanza di dati derivanti da misurazioni dirette (sismica a rifrazione), viene utilizzata la seguente formula:

$$V_s (m/s) = V_p \sqrt{\frac{1-2\sigma}{2-2\sigma}}$$

dove

σ è il coefficiente di Poisson dello strato, mediamente uguale a 0.25 nelle rocce e 0.35 nei terreni sciolti;

V_p rappresenta la velocità delle onde P, il cui range è ricavabile da apposite tabelle.

Relativamente alla porzione indagata del territorio di GRANDATE, per le zone sismiche di riferimento Z4a, Z4c, Z4d e Z3a si ricavano i seguenti valori medi:

Zona sismica Z4a	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	γ (t/mc)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	3,0	2	1,9	Pleistocene	145
	7,5	9	1,95	Pleistocene	220
	10,0	10	2,0	Pleistocene	360
	80,0	/	2,2	Oligocene	800

Zona sismica Z4c	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	γ (t/mc)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	5,0	3	1,9	Pleistocene	157
	7,5	17	2,0	Pleistocene	202
	10,0	30	2,0	Pleistocene	250
	80,0	/	2,2	Oligocene	800

Zona sismica Z4d	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	γ (t/mc)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	3,0	2	1,9	Pleistocene	145
	7,5	9	2,0	Pleistocene	220
	15,0	32	2,2	Pleistocene	380
	30,0	/	2,2	Oligocene	800

Zona sismica Z3a_1	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	γ (t/mc)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	2,0	4	1,9	Pleistocene	150
	3,0	33	2,2	Pleistocene	320
	4,0	100	2,7	Oligocene	750
	30,0	/	2,7	Oligocene	1100

Zona sismica Z3a_2	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	γ (t/mc)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	5,0	3	1,9	Pleistocene	157
	7,5	17	2,0	Pleistocene	202
	10,0	30	2,0	Pleistocene	250
	80,0	/	2,2	Oligocene	800

Classificazione del sito - Metodo previsto dall'Ordinanza 3274

La Normativa Italiana (Ordinanza 3274), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della

stessa. Vengono identificate 5 classi (A, B, C, D ed E) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (N _{spt} >50 o coesione non drenata >250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (15<N _{spt} <50, 70<cu<250 kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di Vs30<180 m/s (N _{sp} <15, cu<70 kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di Vs30 simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con Vs30>800 m/s.

Per Vs30 si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30<100 m/s (10<cu<20 kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Secondo la metodologia dell'ordinanza 3274, nel territorio in esame si determina quanto segue:

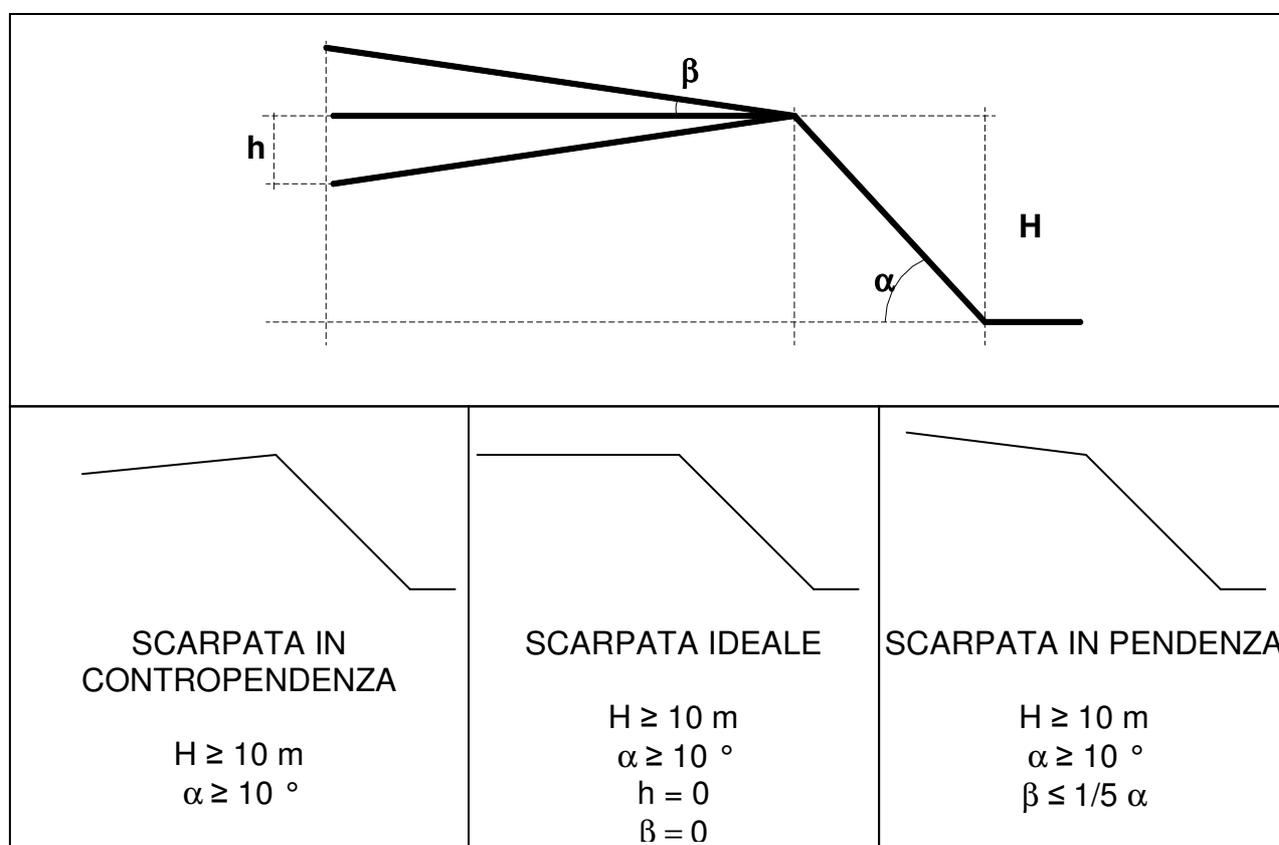
- le zone sismiche **Z4a**, **Z4c** e **Z3a_2** appartengono alla **CLASSE C** con Vs30 rispettivamente uguale a 230,0 e 220,0 m/sec;
-
- le zone sismiche **Z4d** e **Z3a_1** appartengono alla **CLASSE B** con Vs30 rispettivamente uguale a 380,0 e 715 m/sec.

4.5.1.2.1 Effetti Morfologici

La procedura semplificata di seguito riportata per analisi di II° livello di cui alla DGR n. 8/7374 del 28.05.2008 è valida per lo scenario di scarpata (**Z3a**) caratterizzata da irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (α) del fronte principale uguale o superiore a 10°.

In funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.



Nel territorio comunale sono state individuate esclusivamente **scarpate in pendenza** così come emerge dai profili topografici rappresentativi X-X' ed Y-Y' di cui all'**ALLEGATO 5A**. I parametri identificativi delle suddette scarpate sono:

profilo topografico rappresentativo	H	α	β
scarpata X-X'	25m	25°	5°=1/5 α
scarpata Y-Y'	60m	30°	3°<1/5 α

La procedura Regionale prevede che il materiale costituente il rilievo topografico debba possedere una Vs maggiore o uguale ad 800 m/s; tale premessa, sulla base delle informazioni disponibili per il territorio in esame, può essere veritiera nei sottoambiti con la sigla **Z3a_1** (profilo topografico rappresentativo X-X') per la presenza del substrato roccioso a debole profondità (si veda l'ALLEGATO 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – Scala 1:5.000), mentre al sottoambito siglato **Z3a_2** (profilo topografico rappresentativo Y-Y') in dominio morenico-glaciale le medesime condizioni sono attribuibili con maggiore incertezza.

Per quest'ultimo ambito Z3a_2 si è pertanto deciso di analizzare sia gli effetti morfologici (Z3) che quelli litologici (Z4), al fine di determinare la situazione più sfavorevole.

L'analisi condotta per la messa a punto del metodo Regionale ha previsto lo studio di situazioni reali identificate, sulle quali sono stati costruiti modelli caratterizzati da diverse altezze H, diverse inclinazioni α del fronte principale e diversa tipologia del fronte superiore. Per essi è stato calcolato l'andamento del valore del Fattore di amplificazione per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s lungo il fronte superiore, identificando anche l'area di influenza (A_i) dei fenomeni di amplificazione sismica.

Il valore di F_a così calcolato è stato messo in relazione al corrispondente valore di α .

Le diverse coppie α/F_a (per ogni intervallo calcolato) sono state riportate su appositi grafici: i risultati sono apparsi poco dispersi per l'intervallo (0.1-0.5 s), mentre per l'intervallo (0.5-1.5 s) sono apparsi influenzati sensibilmente dalla variabilità del moto di input e quindi non sufficientemente adatti a rappresentare in modo univoco la risposta sismica al sito. Di conseguenza si è scelto di operare utilizzando il solo intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

La dispersione evidenziata nei risultati considerando l'intervallo 0.1-0.5 s è stata limitata distinguendo le varie coppie di valori in funzione dell'altezza H del fronte principale.

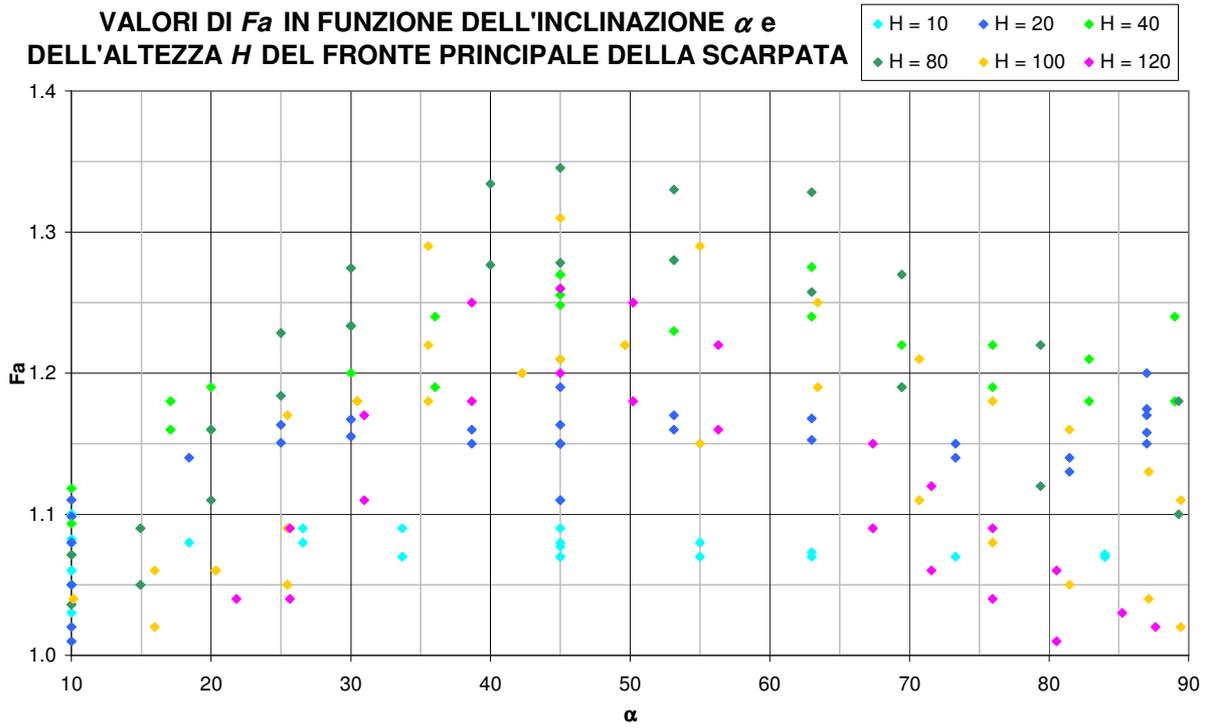
Data la particolare distribuzione dei risultati e il limitato intervallo di variazione sul parametro F_a , il metodo Regionale non fornisce un abaco di correlazione, ma un valore di F_a caratteristico per ogni tipologia di scarpata individuata con l'estensione della relativa area di influenza (A_i).

Il valore di F_a è assegnato al ciglio del fronte principale mentre all'interno della relativa area di influenza il valore è scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario.

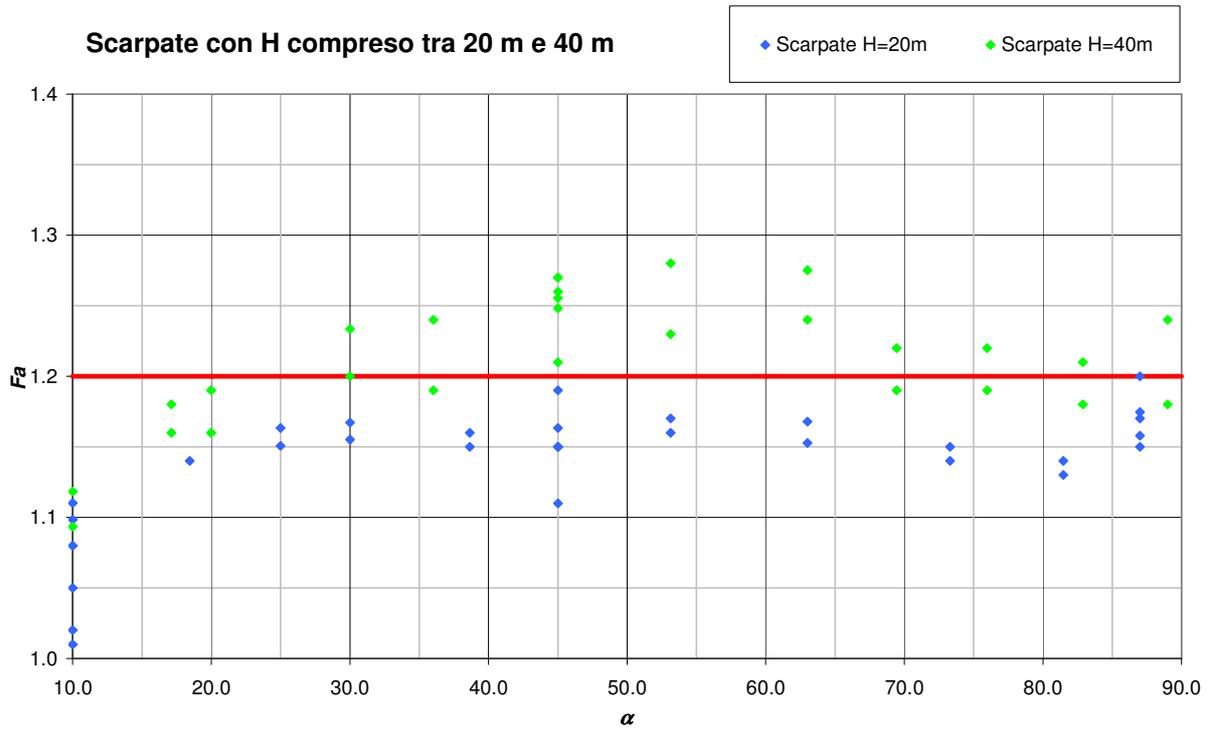
La fase di validazione dei valori di F_a caratteristici e delle aree di influenza degli effetti di amplificazione sismica è stata condotta su casi reali e ha evidenziato una variabilità massima nei valori di F_a inferiore a ± 0.1 .

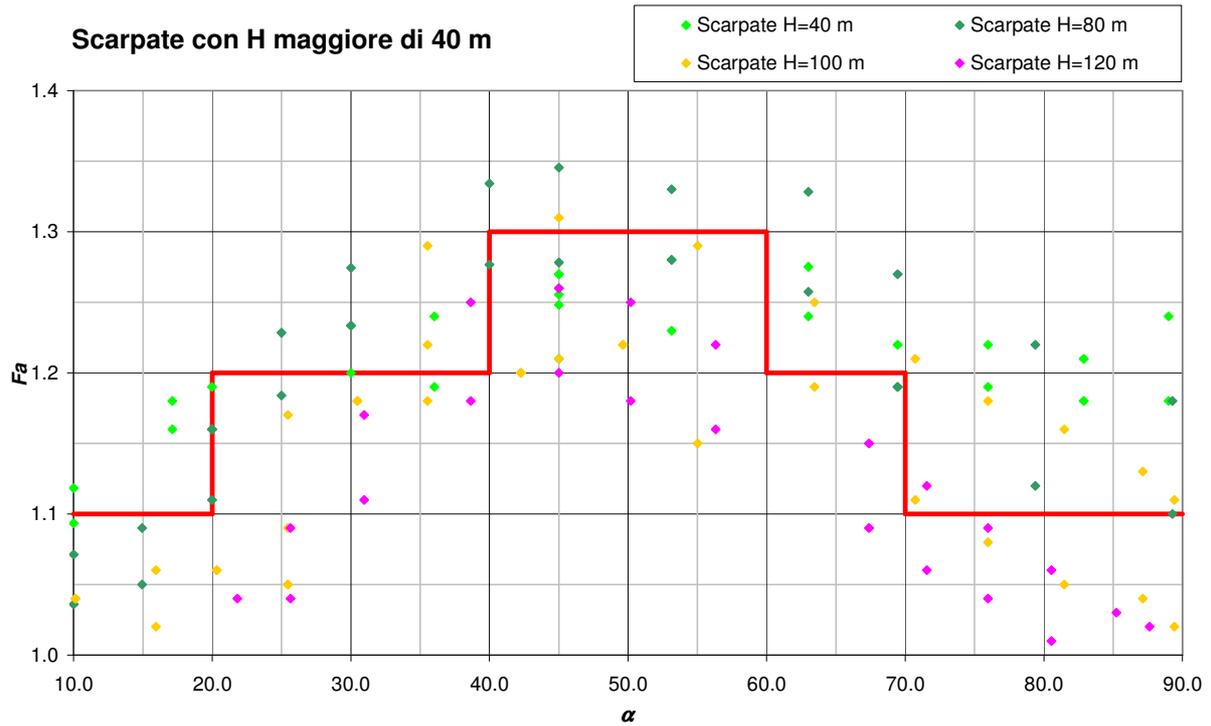
L'utilizzo dei 3 accelerogrammi definiti per ciascun comune di analisi fornisce una variabilità massima di ± 0.1 nei valori di F_a , a parità di H e di α : questa variabilità tiene in considerazione il diverso contenuto in frequenza del moto di input.

VALORI DI F_a IN FUNZIONE DELL'INCLINAZIONE α e DELL'ALTEZZA H DEL FRONTE PRINCIPALE DELLA SCARPATA



Scarpate con H compreso tra 20 m e 40 m





Nella tabella seguente si riporta per ciascuna classe altimetrica e classe di inclinazione il valore caratteristico di Fa e l'estensione della relativa area di influenza Ai:

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di Fa	Area di influenza
$10\text{ m} \leq H \leq 20\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20\text{ m} < H \leq 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Sulla base di quanto sopra, per il territorio in studio identificato dallo scenario Z3a, si determina:

Sottoambito	H	α	β	Fa	Ai
Z3a_1 (profilo rappresentativo X-X')	25m	25°	$5^\circ = 1/5 \alpha$	1,2	18,75m
Z3a_2 (profilo rappresentativo Y-Y')	60m	30°	$3^\circ < 1/5 \alpha$	1,2	40m

4.5.1.2.2 Effetti Litologici

Determinazione del rischio sismico – metodologia definita dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 per analisi di 2° LIVELLO

La procedura di tipo semiquantitativa, fornisce la stima quantitativa della risposta sismica del terreno in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa); lo studio è condotto con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per caratterizzare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Nell'applicazione della procedura regionale si sono utilizzati i seguenti parametri:

- litologia prevalente, dedotta dai sondaggi, dalle indagini e dall'interpretazione dei valori delle prove SCPT disponibili (Paragrafo 4.3);
- stratigrafia del sito desunta dalle prospezioni eseguite a scopo idropotabile (ALLEGATO 9 – Schede dei pozzi ad uso potabile; ALLEGATO 2A – Sezioni idrogeologico-stratigrafiche A-A' e B-B');
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s; spessore e velocità di ciascun strato (anche mediante confronto con i valori desunti dalla letteratura, in analogia con situazioni litostratigrafiche simili e/o contermini- attendibilità media).

Zona sismica Z4a	Profondità dell'intervallo (m)	γ (t/mc)	Vs (m/sec)
	3,0	1,9	145
	7,5	1,95	220
	10,0	2,0	360
	30,0	2,0	450
	60,0	2,1	550
	80,0	2,2	850

Zone sismiche Z4c e Z3a_2	Profondità dell'intervallo (m)	γ (t/mc)	Vs (m/sec)
	5,0	1,9	157
	7,5	2,0	202
	10,0	2,0	250
	30,0	2,0	400
	60,0	2,1	550
	80,0	2,2	850

Zona sismica Z4d	Profondità dell'intervallo (m)	γ (t/mc)	Vs (m/sec)
	3,0	1,9	145
	7,5	1,95	220
	10,0	2,0	300
	15,0	2,0	380
	30,0	2,2	850

Attraverso l'analisi dei parametri sopra riportati e della litologia prevalente, si stabilisce che:

- le condizioni riscontrate nelle ZONE SISMICHE Z4a, Z4c e Z3c_2 sono rappresentate dalla scheda di riferimento LIMOSO-ARGILLOSA - TIPO 1;
-
- le condizioni della ZONA SISMICA Z4d risultano rappresentate dalla scheda LIMOSO-SABBIOSA - TIPO 2 (ALLEGATO 5 – DGR n. 8/7374 del 28.05.2008).

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 1

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

NOTE:

Comportamento coesivo

Struttura matrice-sostenuta

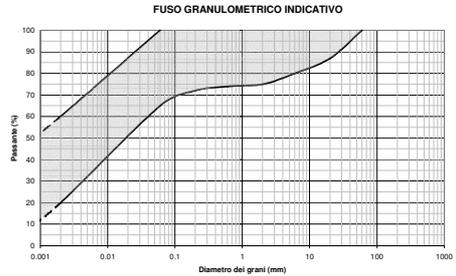
Frazione limosa superiore al 40%

Presenza di clasti immersi con Dmax < 2-3 cm

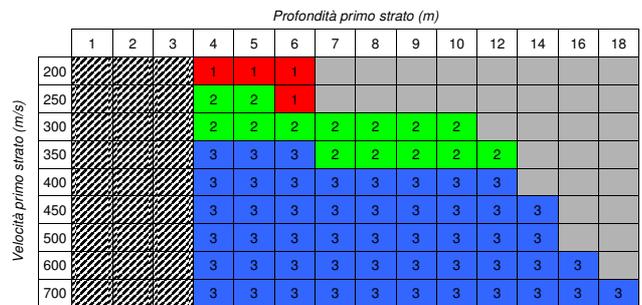
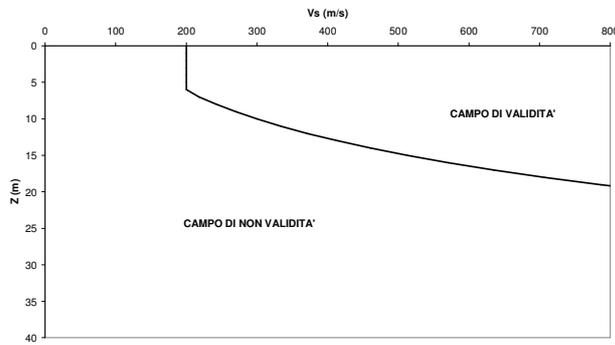
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%

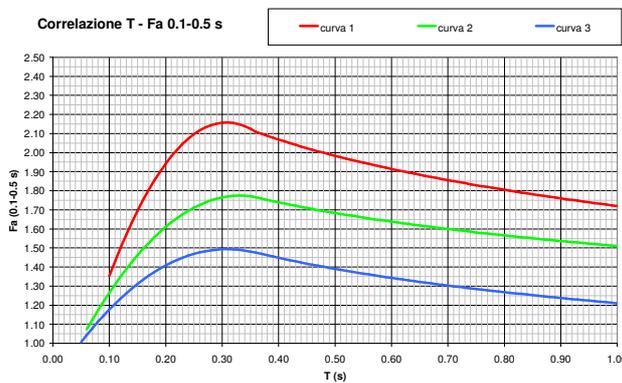
Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%



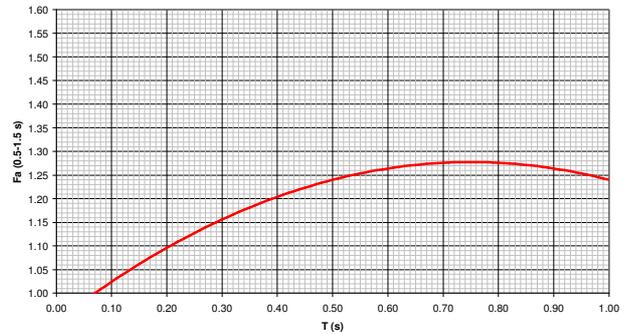
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.6T^2 + 0.9T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -18.7T^2 + 11.5T + 0.39$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.72 - 0.38LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.51 - 0.25LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.21 - 0.26LnT$

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

NOTE:

Comportamento coesivo

Frazione limosa ad un massimo del 95%

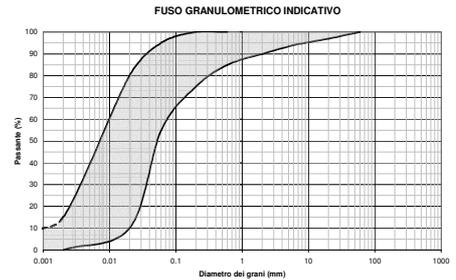
Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm

Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%

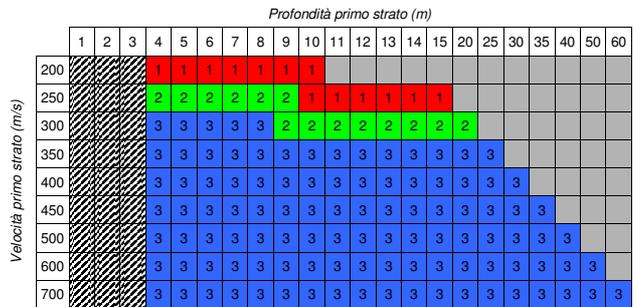
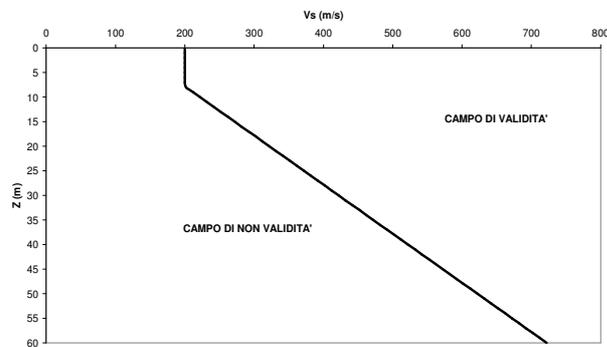
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi

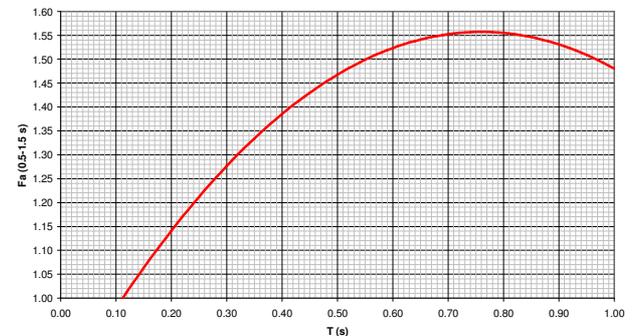
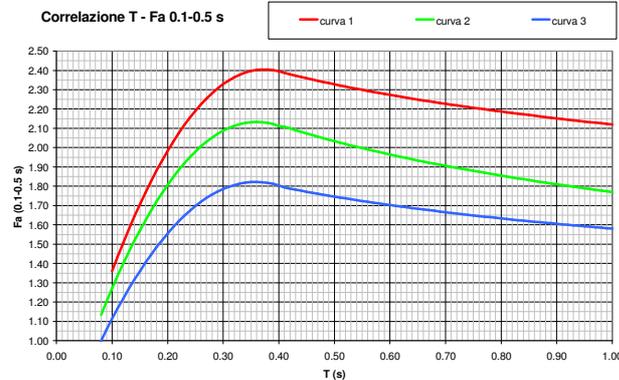


PARAMETRO	INTERVALLO
Peso di volume naturale γ (kN/m ³)	18.5-19.5
Peso specifico particelle solide γ_s (kN/m ³)	26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale w [%]	25-30
Limite di liquidità w_L [%]	25-35
Limite di plasticità w_p [%]	15-20
Indice di plasticità I_p [%]	5-15
Indice dei vuoti e	0.6-0.9
Grado di saturazione S_r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo K_0	0.4-0.5
Indice di compressione C_c	0.10-0.30
Indice di rigonfiamento C_u	0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria C_s	0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m) N_{spt}	0-20

ANDAMENTO DEI VALORI DI V_s CON LA PROFONDITA'



Correlazione T - $Fa_{0.5-1.5}$ s



$$Fa_{0.5-1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.7$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

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 Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

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

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

Nell'ambito del territorio di GRANDATE, in riferimento alle zone sismiche individuate, si ricava un uguale valore di T:

Zona sismica Z4a T = 0,571

Zone sismiche Z4c e Z3a_2 T = 0,590

Zona sismica Z4d T = 0,214

Sulla base delle approssimazioni introdotte, il grado di attendibilità del dato complessivo calcolato è da intendersi Medio.

La procedura prevede di valutare il valore di Fa con la scheda 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 Fa ottenuto dalla procedura semplificata. In particolare, si ottiene:

Zona sismica	T calcolato	Fa(0.1 - 0.5s) calcolato valore soglia (v.s) determinato da Regione Lombardia	Fa(0.5 - 1.5s) calcolato valore soglia (v.s) determinato da Regione Lombardia
Z4a	0,571	1,93 1,6 (v.s.)	1,26 2,7 (v.s.)
Z4c e Z3a_2	0,590	1,92 1,6 (v.s.)	1,26 2,7 (v.s.)
Z4d	0,214	2,58 1,6 (v.s.)	1,96 2,7 (v.s.)

4.5.1.2.3 Conclusioni dell'analisi di 2° livello

La metodologia definita dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 prevede che, nella Zona Sismica 4, il 2° livello di approfondimento venga applicato in fase pianificatoria solo per **edifici strategici e rilevanti** tipologicamente individuati con D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003.

Si riepilogano di seguito i risultati del parametro *Fa* mediante l'applicazione dei metodi di 2° livello considerati nelle precedenti pagine.

Zona sismica	Tipologia suolo	Effetti previsti	Fa(0.1 - 0.5s)	valore soglia (v.s) determinato da Regione Lombardia
			Fa(0.5 - 1.5s)	
Z3a_1 e relativa Ai	B	morfologici	1,2	1,6
			/	/
Z3a_2 e relativa Ai	C	morfologici	1,2	1,6
			/	/
Z4a	C	litologici	1,93	1,6
			1,26	2,7
Z4c e Z3a_2	C	litologici	1,92	1,6
			1,26	2,7
Z4d	B	litologici	2,58	1,6
			1,96	2,7

Da quanto sopra riportato, si traggono le seguenti conclusioni:

Zone sismiche Z4a, Z4c e Z4d

- Il valore di *Fa* (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.
- Il valore di *Fa* (intervallo 0,5-1,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica.

Zone sismiche Z3a_1 e Z3a_2, oltre alle relative Ai

- Il valore di *Fa* (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito.

La zona sismica Z3a_2 è stata sottoposta a duplice verifica (in quanto passibile anche degli effetti litologici). Poiché è risultato che l'effetto maggiormente cautelativo deriva da quest'ultima verifica, anche per la **zona sismica Z3a_2** si conclude:

- Il valore di Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.
- Il valore di Fa (intervallo 0,5-1,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito.

4.5.1.3 Specifiche per le Analisi di 3° LIVELLO

Con riferimento all'ALLEGATO 5 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – per le porzioni di territorio del Comune di GRANDATE afferenti alle **ZONE Z2** (susceptibili di cedimenti e/o liquefazioni) per le sole tipologie costruttive strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003), si dovranno necessariamente approntare analisi di 3° livello.

Per le **ZONE Z5** (susceptibili di comportamenti differenziali, derivanti da contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse) non è invece necessario la valutazione quantitativa a livello di approfondimento maggiore in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

5. FASE DI VALUTAZIONE

I risultati delle indagini svolte nell'ambito delle analisi GEOMORFOLOGICA, IDROGRAFICA, IDROGEOLOGICA, SISMICA e dell'ATTIVITA' ANTROPICA sono sintetizzati in **ALLEGATO 7 - CARTA DI SINTESI**, che fornisce un quadro riassuntivo dello stato del territorio per le valutazioni diagnostiche.

In particolare, vengono individuati i seguenti elementi caratteristici del territorio in grado di condizionare le destinazioni d'uso:

CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFICHE

CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

FATTORI ANTROPICI

VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

AREE DI SALVAGUARDIA PER I POZZI AD USO POTABILE

VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA.

Di seguito si procede ad una sintetica descrizione degli elementi caratteristici.

5.1 CONDIZIONI IDROGRAFICHE

Nell'ambito del territorio comunale di GRANDATE sono state individuate alcune aree peculiari caratterizzate da moderato dissesto delle condizioni idrografiche/idrauliche, la cui delimitazione è riportata in **ALLEGATO 7**.

Queste sono localizzate lungo l'asta torrentizia del SEVESO e comprendono:

- alcuni fenomeni di **erosione spondale**, principalmente all'esterno dei meandri, con altezze medie pari a circa 1.5/2.0m. Sono possibilmente originati dalla elevata velocità e dalla vorticosità della corrente che determina, durante i periodi di piena, lo scalzamento al piede delle sponde favorito dalle caratteristiche litologiche ed idrauliche dei materiali. Nel dissesto possono essere coinvolti anche alcuni alberi (taluni di alto fusto) presenti in prossimità delle sponde: tale fenomeno risulterebbe particolarmente pericoloso in occasione delle piene in quanto si potrebbero determinare le condizioni favorevoli per l'esondazione nella piana circostante, estesa all'**AREA AD ELEVATA PROBABILITÀ DI ESONDAZIONE**. *Il criterio utilizzato per l'individuazione delle aree ad elevata probabilità di esondazione è esclusivamente di tipo morfologico in quanto non si dispone di specifica valutazione idraulica che consenta di delimitare le superfici a rischio attraverso il calcolo delle portate di piena con idoneo tempo di ritorno (TR).*

Area a bassa probabilità di esondazione: Sebbene non si abbiano testimonianze storiche di fenomeni di esondazione, si segnala l'area a bassa probabilità di esondazione delimitata in ALLEGATO 7 che, in condizioni meteorologiche particolarmente critiche, a causa delle peculiari condizioni morfologiche, potrebbe essere interessata dalle acque di piena. Tale area si trova ai lati della fascia torrentizia canalizzata e rappresenta il settore più depresso della piana alluvionale con allungamento nella direzione della valle. L'attuale utilizzo dell'area (bosco ceduo e di alto fusto in prossimità dell'alveo; prato/incolto altrove) potrebbe favorire l'effetto della laminazione naturale delle acque di piena. Come precedentemente accennato, la delimitazione del settore è stata eseguita con criterio morfologico; sarebbe opportuno eseguire una valutazione di compatibilità idraulica in caso di utilizzo urbanistico e/o infrastrutturale di tali aree, per stabilire quali prescrizioni adottare e quali interventi per la riduzione del rischio sarebbe consigliabile realizzare.

Il tratto del FOSSO NIS in territorio comunale è stato di recente interessato da opere di sistemazione idraulica e riqualificazione ambientale nell'ambito del Piano Attuativo D/4 nel Comune di Montano Lucino (proprietà LAC S.p.A.); i lavori hanno comportato la realizzazione di (ALLEGATO 7):

- nella porzione sommitale del tracciato, per una lunghezza complessiva di circa 270m, adeguamento funzionale e nuova realizzazione di struttura fluviale artificiale in cemento a sezione rettangolare aperta;
- nella porzione intermedia e finale del tracciato, sino alla confluenza con il torrente Seveso, realizzazione di nuove scogliere in sostituzione dell'originario intubamento che, periodicamente, con l'aumento degli apporti idrici, si dimostrava idraulicamente inadeguato.

Relativamente alla ROGGIA QUARTO o ROSSOLA si segnala la porzione medio-terminale del sottobacino per la particolare conformazione morfologica (ALLEGATO 7); tale settore viene periodicamente interessato da **fenomeni di ristagno** delle acque meteoriche che, in previsione di future edificazioni anche di tipologia

singola, dovranno essere correttamente regimate al fine di evitare possibili alterazioni dell'equilibrio idrodinamico ed idraulico.

5.2 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE

La porzione orientale del territorio comunale è interessata da rilievi collinari con taluni **versanti ad elevata pendenza (>20°)** per lo più coperti da fitta vegetazione o da terrazzamenti artificiali.

Alla sommità delle suddette scarpate delimitate in ALLEGATO 7, vengono individuate le rispettive **fasce di attenzione** con estensione di 10m dai cigli superiori, funzionali alla regolamentazione delle cautele da adottare per i futuri interventi edificatori ricadenti in tali aree.

5.3 CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

Zona con possibile presenza di falda con modesta soggiacenza ai fini ingegneristici (attorno a 3m dal p.c.): si riferisce alle aree ubicate complessivamente nei settori *Nord-occidentale, Centrale e meridionale* del Comune di Grandate (ALLEGATO 7), ascrivibili sia ai depositi di origine lacustre tardoglaciali, sia a materiali alluvionali.

Litologicamente, le frazioni granulari presenti sono piuttosto eterogenee, di composizione limosa ed argillosa con ghiaia. Sono classificati come "*materiali con discrete qualità portanti e permeabilità da medio-bassa a medio-elevata*".

Ai fini ingegneristici, si segnala la necessità di accertare in maniera puntuale durante la fase progettuale di nuovi interventi edificatori, oltre alle caratteristiche geotecniche dei terreni, l'esatta posizione della falda acquifera al fine di evitare possibili interferenze negative con elementi strutturali degli edifici, con piani interrati o con manufatti per lo smaltimento delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

Zona con possibile presenza di limitate circolazioni idriche per fratturazione: è ascrivibile al settore collinare Nord-orientale, interessato dal substrato roccioso subaffiorante. Il materiale lapideo, che si ubica a limitate profondità dal piano campagna (normalmente comprese tra 2.5 e 3.5m, localmente a profondità maggiore), è sovrastato da depositi limosi e sabbiosi. Viene classificato come "*materiale con buone qualità portanti, con permeabilità secondaria da media a nulla*".

Anche in questa zona, in fase progettuale si suggerisce l'approfondimento conoscitivo delle caratteristiche idrogeologiche puntuali, in virtù della potenziale presenza di circolazioni idriche sotterranee lungo le fratture del deposito,

Zona con possibile presenza di locali, piccole falde sospese: comprende le aree ubicate nel settore orientale (ALL. 7), contraddistinto dalla presenza di materiali di origine morenica di composizione mista limoso-sabbioso-argillosa con ciottoli decimetrici, localmente alterati.

Complessivamente sono classificati come "*materiali con mediocri qualità portanti e permeabilità medio-bassa*". Ai fini ingegneristici, si segnala quanto segue:

- in corrispondenza della superficie topografica, soprattutto in presenza di zone morfologicamente depresse o conche naturali, le acque meteoriche tendono a ristagnare anche per lunghi periodi a

causa di condizioni di drenaggio del suolo di entità MEDIOCRE e della ridotta conducibilità idraulica del deposito litologico;

- localmente in tale zona, a debole profondità dal p.c. (-2.0/-3.0m), non è raro incontrare piccole falde idriche sospese che possono interferire con le strutture fondali o con i piani interrati degli edifici. Tali circolazioni sotterranee avvengono nell'ambito di sporadici intervalli di materiale grossolano permeabile all'interno di una massa di fondo prevalentemente poco permeabile.

Poiché a priori risulta assolutamente arbitraria la precisa localizzazione ed estensione di tali circolazioni idriche subsuperficiali, non è da escludere il riscontro delle medesime condizioni idraulico-geotecniche anche in aree limitrofe alla Zona di riferimento.

5.4 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA

Rete fognaria: La rete fognaria comunale presenta una discreta distribuzione dei propri collettori sull'area urbana. Ciò premesso, non si hanno informazioni riguardo l'eventuale presenza di pozzi perdenti nel sottosuolo. La rete tecnologica comunale presenta condutture separate per le acque nere e bianche; a tale tracciato, si affianca quello dei collettori consortili ai quali recapitano le reti comunali.

Strada di intenso traffico veicolare: La S.S. dei Giovi n. 35 attraversa il Comune in corrispondenza del margine Orientale; il suo tracciato è disposto secondo la direttrice NE-SO, mentre la lunghezza del percorso in territorio di Grandate è pari a circa 2200m.

Cimitero: L'area cimiteriale del Comune di Grandate si ubica nel settore centrale del territorio, all'incrocio tra le vie Leopardi e Repubblica.

Aree estrattive: Nel territorio comunale è presente un'area attualmente dismessa che in passato veniva utilizzata per l'estrazione di materiale inerte, ubicata a Sud dei tre pozzi comunali ad una distanza minima di circa 300m. Al termine dell'attività di escavazione, l'area in questione è stata colmata con materiali di tipologia ignota. Nell'ambito di tale settore i processi di infiltrazione di eventuali sostanze indesiderate nella falda potrebbero risultare facilitati a causa dell'asportazione della coltre superficiale di terreno e del minore tempo di percorrenza nell'insaturo.

A Sud di quest'area, secondo quanto previsto dal PTCP, è attivo un nuovo polo estrattivo contermina al tracciato del torrente Seveso e con estensione complessiva pari a circa 27.500 mq. La porzione attualmente coltivata ha determinato l'affioramento sul fondo dello scavo di acqua di falda (probabilmente di tipologia sospesa) intercettata a circa 10m di profondità dal piano campagna.

Autostrada: Si tratta della A9 – Autostrada Como-Milano con sviluppo NE-SO, costantemente interessata da un intenso traffico di autoveicoli e di automezzi.

I pozzi comunali n. 1 e 3 si trovano immediatamente ad Est del tracciato ad una distanza massima di 10m circa e risultano compresi tra quest'ultimo e la ferrovia N.M.; il pozzo n. 2 si colloca ad oriente sia dell'autostrada, sia della ferrovia, a circa 15m dal margine esterno della massicciata.

In considerazione delle condizioni di deflusso della falda sotterranea e della ridotta distanza intercorrente tra l'arteria viaria ed i pozzi n. 1, 3 e, in seconda analisi, 2, non si esclude che eventuali incidenti o sversamenti di sostanze inquinanti lungo il suddetto tracciato, anche se tempestivamente segnalati, possano compromettere le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee captate dai pozzi.

Ferrovia: Il tracciato della rete ferroviaria Nord Milano si sviluppa in direzione N-S sino al confine comunale, in prossimità del quale piega bruscamente in senso O-E. Analogamente a quanto segnalato in precedenza per il tracciato autostradale, la ferrovia rappresenta un elemento di rischio per le acque prelevate soprattutto nell'ambito dei pozzi n. 1 e 2.

Centro raccolta rifiuti comunale: Si colloca nella porzione centro-Occidentale del territorio comunale, in posizione adiacente al comparto estrattivo dismesso. La struttura occupa complessivamente una superficie di 800 mq.

Infine, sono stati individuati e cartografati i seguenti FATTORI ANTROPICI intesi come riduttori reali o potenziali di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali:

Aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile: Sono state delimitate le aree di rispetto relative ai TRE pozzi pubblici per uso potabile in territorio comunale a servizio dell'acquedotto di Grandate.

Per i pozzi n. 1 (via Leopardi), 2 (località Coribiolo) e 3 (strada Consorziale del Laghet) l'Amministrazione Comunale ha provveduto alla ridelimitazione delle aree secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

All'interno di tali aree sono vigenti le prescrizioni e le limitazioni d'uso del territorio indicate dal D.Lgs. n. 152/2006. Per ciascuna captazione è inoltre vigente un'area di tutela assoluta con raggio di 10m, nell'ambito della quale è vietata qualsiasi attività od insediamento.

Inoltre, sul territorio comunale di Grandate insistono n. 3 pozzi idropotabili di proprietà A.C.S.M. S.p.A. (pozzi Caneda n. **5bis**, **7** ed **8**). Il primo e l'ultimo di questi si ubicano al margine centro-occidentale del Comune, ad Est del tracciato autostradale, mentre il n. 7 è posizionato nel settore Nord- occidentale. Anche in questo caso, le aree di rispetto sono state ridelimitate secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

5.5 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

La valutazione del grado di VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA del territorio è riferita ai quattro ambiti principali così definiti:

SETTORE ALLUVIONALE A DEPOSIZIONE ATTUALE/RECENTE

- soggiacenza media: 2,0-3.5m
- grado di permeabilità dei depositi: MEDIO-ELEVATA
- capacità protettiva del suolo: moderata

SETTORE DI PIANURA DI ORIGINE LACUSTRE TARDOGLACIALE

- soggiacenza media: 3,0-3.5m
- grado di permeabilità dei depositi: MEDIO-BASSA
- capacità protettiva del suolo: moderata

SETTORE COLLINARE A DEPOSIZIONE MORENICA

- soggiacenza media: 8,00m

- grado di permeabilità dei depositi: MEDIO-BASSA
- capacità protettiva del suolo: moderata

SETTORE COLLINARE CON SUBSTRATO LAPIDEO SUBAFFIORANTE

- soggiacenza minima: variabile
- grado di permeabilità secondaria (per fratturazione): da MEDIA a BASSA

In tali ambiti sono stati presi in esame i seguenti parametri tradizionali:

soggiacenza della falda dal p.c.:

la profondità del livello freatico costituisce uno degli elementi caratterizzanti e vincolanti del territorio, nonché l'elemento di maggior peso nella valutazione del grado di vulnerabilità.

grado di permeabilità del substrato pedogenetico:

in virtù della natura litologica dei depositi, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi debolmente limosi, il grado di permeabilità è da ritenersi MEDIO-ELEVATO nell'ambito delle aree alluvionali del torrente Seveso.

Nell'ambito di pianura tardoglaciale, caratterizzata da depositi limoso-argillosi debolmente sabbiosi e ghiaiosi, la permeabilità è da ritenersi di entità MEDIO-BASSA; analoga condizione si osserva per il settore Nord-orientale di origine morenica a causa della locale presenza di abbondante matrice fine nella quale sono immersi materiali a granulometria medio-grossolana. Infine, in corrispondenza delle superfici collinari in materiale lapideo subaffiorante, la conducibilità idraulica secondaria è da ritenersi da MEDIA a BASSA.

capacità protettiva del suolo:

rappresenta l'attitudine dei suoli a proteggere le falde freatiche da inquinamento di sostanze tossiche che possono derivare da attività agricole o industriali, smaltimento rifiuti o altre attività.

I parametri considerati sono essenzialmente la permeabilità del suolo e la classe granulometrica; l'analisi approfondita dovrebbe inoltre riguardare parametri quali il pH e la CSC.

In generale, nell'area in esame si sono riscontrati suoli con capacità protettiva MODERATA (pianura, collina morenica, settori alluvionali recenti).

presenza di eventuali orizzonti superficiali a bassa permeabilità:

Nell'ambito dei settori alluvionali, delle aree a dominio wurmiano e del comparto tardoglaciale, non è stata riscontrata la presenza di orizzonti superficiali lateralmente continui tali da determinare condizioni areali di bassa permeabilità.

L'analisi della vulnerabilità del territorio comunale rappresenta una valutazione qualitativa che viene effettuata per completare il quadro idrogeologico dell'area e per dotare gli organi delegati alla gestione del territorio di uno strumento di programmazione territoriale delle risorse idriche sotterranee.

La definizione della vulnerabilità all'inquinamento delle falde sotterranee si propone di:

- fornire indicazioni circa il diverso grado di idoneità di vari settori ad accogliere insediamenti o attività;
- localizzare punti o situazioni di incompatibilità dello stato di fatto, così da consentire interventi per l'attenuazione dell'eventuale rischio;

- contribuire all'individuazione di vincoli e condizioni di gestione di determinate attività da attuare attraverso la disciplina urbanistica (P.G.T.).

Lo sviluppo dell'analisi della vulnerabilità all'inquinamento delle falde sotterranee procede attraverso le seguenti fasi operative (*metodo qualitativo* definito nell'ambito del D.Lgs. 258/2000 – Parte BIII – allegato 7, parzialmente adattato alla situazione specifica):

definizione delle caratteristiche litologiche, idrogeologiche e idrogeochimiche del territorio in esame che consentono la determinazione della Vulnerabilità Naturale Complessiva;
combinazione dei diversi gradi di Vulnerabilità Naturale Complessiva con la capacità di attenuazione del suolo e conseguente determinazione della Vulnerabilità intrinseca.

VULNERABILITÀ NATURALE

La definizione della vulnerabilità naturale deriva dall'elaborazione di fattori idrogeologici naturali quali soggiacenza della falda, litologia del terreno non saturo, gradiente idraulico.

In letteratura vengono proposte diverse metodologie; fra queste si è considerata più consona alla situazione del sottosuolo di Grandate quella proposta da De Luca e Verga *"Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi"* (Acque Sotterranee Fasc. n. 29 - Marzo 1991).

La metodologia utilizzata consiste nella determinazione di tre differenti tipi di vulnerabilità naturale degli acquiferi:

- 1) vulnerabilità verticale;
- 2) vulnerabilità orizzontale;
- 3) vulnerabilità complessiva.

VULNERABILITÀ VERTICALE

La vulnerabilità verticale di un acquifero rappresenta la facilità con cui esso può essere raggiunto da un inquinante immesso dalla superficie del suolo.

In questa fase la penetrazione avviene mediante un tragitto prevalentemente verticale attraverso la zona non satura.

La vulnerabilità verticale così definita è legata essenzialmente alla litologia, allo spessore e alla permeabilità della zona non satura; il parametro più adatto a quantificarne il grado rappresentato dal tempo (teorico) di arrivo di un eventuale inquinante dalla superficie del suolo all'acquifero.

Il tempo di arrivo può essere calcolato secondo la relazione:

$$t_a = S / V_i$$

dove:

t_a = tempo di arrivo

S = soggiacenza

V_i = velocità d'infiltrazione

Di seguito sono indicate le 6 classi di vulnerabilità verticale proposte dagli autori:

Tempo di arrivo	Vulnerabilità verticale
>20 anni	molto bassa
20 - 10 anni	bassa
10 - 1 anno	media
1 anno - 1 sett.	alta
1 sett. - 24 ore	elevata
<24 ore	molto elevata

VULNERABILITÀ ORIZZONTALE

La vulnerabilità orizzontale rappresenta la facilità con cui l'acquifero può diffondere un eventuale inquinante che l'abbia raggiunto; in tale fase la propagazione dell'inquinante avviene attraverso un percorso prevalentemente orizzontale lungo la direzione del flusso idrico sotterraneo.

Il concetto di vulnerabilità orizzontale esprime perciò la sua capacità di diffondere l'inquinante stesso una volta che questo abbia raggiunto la falda acquifera.

Il parametro che meglio può quantificare la vulnerabilità orizzontale è perciò rappresentato dalla velocità di deflusso sotterraneo.

La velocità di deflusso delle acque sotterranee in mezzi porosi viene determinata tramite la relazione:

$$v = K i / m_e * 3.15 * 10^4$$

dove:

v	= velocità (Km/anno)
K	= conducibilità idraulica (m/s)
i	= gradiente idraulico
m _e	= porosità efficace

Di seguito sono indicate le 6 classi di vulnerabilità orizzontale proposte dagli autori:

Velocità (km/anno)	Vulnerabilità orizzontale
<10 ⁻³	molto bassa
10 ⁻³ - 10 ⁻¹	bassa
10 ⁻¹ – 1	media
1 - 10	alta
10- 10 ²	elevata
>10 ²	molto elevata

VULNERABILITÀ COMPLESSIVA

La vulnerabilità complessiva rappresenta la suscettività di un acquifero a ricevere e a diffondere un inquinante. Essa tiene conto sia della protezione eventualmente offerta dalla zona non satura (*vulnerabilità verticale*) sia della facilità con cui l'inquinante può trasmettersi nell'acquifero (*vulnerabilità orizzontale*).

Quindi, la vulnerabilità complessiva risulta direttamente proporzionale alla velocità di flusso e inversamente proporzionale al tempo di arrivo di un eventuale inquinante.

Essa viene quantificata tramite la seguente relazione:

$$V_c = v / t_a \quad (\text{Km/anno}^2)$$

dove:

V_c = vulnerabilità complessiva

v = velocità di flusso delle acque sotterranee (Km/anno)

t_a = tempo di arrivo di un inquinante attraverso il non saturo (anni)

Di seguito sono indicate le 6 classi di vulnerabilità complessiva proposte dagli autori:

$<10^{-3}$	molto bassa
$10^{-3} - 10^{-2}$	bassa
$10^{-2} - 10^{-1}$	media
$10^{-1} - 10$	alta
$10 - 10^3$	elevata
$>10^3$	molto elevata

Per il I acquifero nelle QUATTRO aree sopra distinte sono stati stimati i seguenti gradi di VULNERABILITA' INTRINSECA (vedi ALLEGATO 2 ed ALLEGATO 7 – CARTA DI SINTESI):

	Vulnerabilità naturale	Capacità protettiva del suolo	VULNERABILITÀ INTRINSECA
Settore alluvionale	Elevata	Moderata	Elevata
Settore di pianura tardoglaciale	Media	Moderata	Media
Settore collinare morenico	Medio-Bassa	Moderata	Medio-bassa
settore collinare con substrato subaffiorante	Bassa	/	da Bassa a nulla

5.6 VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE

I **vincoli di natura prettamente GEOLOGICA** presenti sul territorio di GRANDATE sono i seguenti (vedi **ALLEGATO 6**):

Regolamentazione del Reticolo Idrografico ai sensi della L.R. 1/2000 (D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e n. 7/13950 del 01.08.2003)

Si riferisce al trasferimento al Comune delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo minore, ai sensi dell'Art. 3, comma 114 della L.R. 1/2000.

Su tale base, l'asta fluviale del **torrente SEVESO** in territorio comunale di Grandate appartiene al reticolo idrografico principale, in quanto ricompresa nell'ALLEGATO A della D.G.R. Per tale corso d'acqua, le attività di polizia idraulica sono rimaste di competenza regionale, come antecedentemente all'emanazione della D.G.R.

I torrenti **Fosso Nis** e **Roggia Rossola** o **Quarto** appartengono al Reticolo idrico minore in quanto non iscritti nel sopracitato Allegato. Per le attività di gestione è stato formulato apposito REGOLAMENTO al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento del caso. Ai sensi di quest'ultimo, viene conservata la fascia di inedificabilità assoluta con estensione di 10.0m dalle sponde per tutti i corsi d'acqua in territorio comunale (con riferimento al RD 523/1904 e successive modifiche - Art. 96), con la sola eccezione del Fosso Nis, recentemente riqualificato, per il quale tale fascia ha ampiezza pari a 4.0m, in deroga al sopracitato decreto.

Le fasce di rispetto sono rappresentate nella CARTA DEI VINCOLI del presente studio (ALLEGATO 6).

D.Lgs. n. 152/2006, art. 94 – successive modifiche ed integrazioni; D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996; D.G.R. n. 7/12693 del 10.04.2003

Il vincolo si riferisce alle aree di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi pubblici per uso potabile. L'area di tutela assoluta ha estensione di raggio attorno a ciascuna captazione non inferiore a 10.0 m. Per ognuno dei pozzi idropotabili in uso **n. 1 (via Leopardi)**, **2 (località Coribiolo)** e **3 (strada Consorziale del Laghet)** - l'Amministrazione Comunale di Grandate ha provveduto alla ridelimitazione dell'area di rispetto secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996. Con D.G.R. n. 7/12693 del 10.04.2003, la Regione Lombardia disciplina la realizzazione di strutture ex novo (fognature, opere ed infrastrutture di edilizia residenziale e relative urbanizzazioni, infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio) e le pratiche agronomiche nelle zone di rispetto di pozzi esistenti, oltre l'ubicazione di nuovi pozzi destinati all'approvvigionamento idropotabile.

Anche per i pozzi idropotabili di proprietà A.C.S.M. S.p.A. di Como n. **5 bis**, **7** ed **8** ubicati nel territorio di Grandate, le aree di rispetto sono state ridelimitate secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996. Queste ultime e le rispettive aree di tutela assoluta sono soggette ai vincoli ed alle limitazioni d'uso secondo le vigenti leggi.

A titolo informativo, altri **vincoli di natura ambientale** presenti sul territorio di GRANDATE sono i seguenti (vedi **ALLEGATO 6**):

D.Lgs. 42/2004, art. 142, lettera C (ex L. 431/1985)

Il vincolo riguarda "i fiumi, i torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11/12/33, n. 1775, e relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 m ciascuna".

La natura del vincolo è di tipo procedurale. L'autorità preposta alla tutela è il Ministero dei Beni Culturali e per delega, la Regione e, per subdelega, il Comune.

Nell'ambito di studio, l'asta fluviale principale del **torrente SEVESO** è sottoposta a questo vincolo.

D.Lgs. 42/2004, art. 142, lettera G (ex L. 431/1985)

Il vincolo riguarda "i territori coperti da boschi, ancorchè percorsi o danneggiati dal fuoco".

La natura del vincolo è di tipo procedurale. L'Autorità preposta alla tutela è il Ministero dei Beni Culturali e, per delega, la Regione e, per subdelega, il Comune. Nell'ambito di studio tutte le **aree boscate** risultano interessate dal vincolo.

5.7 RISCHIO SISMICO

Dall'Analisi del rischio sismico condotta secondo la metodologia definita dalla D.G.R. n. 8/7374/2008, per il Comune di GRANDATE (zona sismica 4) si individuano differenti tipologie di risposta sismica dei terreni, indicate in cartografia come Z2, Z4a, Z4c, Z4d, Z3a e Z5 - ALLEGATO 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.

Le sopracitate situazioni tipo sono così caratterizzate:

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Effetti	Classe di pericolosità sismica locale
Z2	Zona con terreni di fondazione scadenti (terreni fini con locale presenza di falda sospesa e/o superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni	H2 – livello di approfondimento 3°
Z4a	Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4d	Zona con presenza di terreni di origine eluvio-colluviale	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3a	Zona di ciglio H>10m (scarpata con parete subverticale, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
Z5	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali	H2 – livello di approfondimento 3°

In particolare, dall'applicazione dell'Analisi di 2° Livello prevista dalla citata DGR sul territorio comunale, si è potuto ricavare quanto segue:

Zone sismiche Z4a, Z4c e Z4d

- Il valore di Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.
- Il valore di Fa (intervallo 0,5-1,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica.

Zone sismiche Z3a-1 e Z3a-2, oltre alle relative Ai

- Il valore di Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito.

La zona sismica Z3a_2 è stata sottoposta a duplice verifica (in quanto passibile anche degli effetti litologici). Poiché è risultato che l'effetto maggiormente cautelativo deriva da quest'ultima verifica, anche per la **zona sismica Z3a_2** si conclude:

- Il valore di Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.
- Il valore di Fa (intervallo 0,5-1,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito.

Zone sismiche Z2 e Z5

Nelle Zone Z2 (susceptibili di cedimenti e/o liquefazioni) per le sole tipologie costruttive strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003), si dovranno necessariamente approntare analisi di 3° livello.

Per le Zone Z5 (susceptibili di comportamenti differenziali, derivanti da contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse) non è invece necessario la valutazione quantitativa a livello di approfondimento maggiore in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

6. NORME DI ATTUAZIONE

6.1 FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite e delle elaborazioni cartografiche schematizzate nelle CARTE DI SINTESI e DEI VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO, attraverso la valutazione incrociata degli elementi caratteristici del territorio, si perviene alla ZONAZIONE del territorio.

Gli elementi individuati quali fattori caratterizzanti per la formulazione di proposte di suddivisione del territorio in CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA sono:

CONDIZIONI IDROGRAFICHE

FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI E POTENZIALI

CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

FATTORI ANTROPICI

VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

AREE DI SALVAGUARDIA PER I POZZI AD USO POTABILE

VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA

In funzione della presenza di uno o più elementi sopra esposti, vengono delimitate porzioni di territorio con differente CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA.

Secondo quanto previsto dalla D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008, si individuano QUATTRO classi di FATTIBILITA' GEOLOGICA così definite:

CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

La zonazione del territorio è rappresentata in **ALLEGATO 8 - CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**.

Con apposito retino trasparente sono inoltre indicate le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dalla Carta di Pericolosità Sismica (ALLEGATO 5).

CLASSE 1

FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

“In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle.”

AMBITO TERRITORIALE

Alla Classe 1 non viene ascritta alcuna porzione del territorio comunale.

CLASSE 2 (colore giallo)

FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

“In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rendono necessari approfondimenti di carattere geotecnico ed idrogeologico finalizzati alla realizzazione di opere di sistemazione e bonifica.”

AMBITO TERRITORIALE

Alla CLASSE 2 vengono ascritti:

- Settori in potenziale dissesto delle condizioni Geotecnico-idrogeologiche ai fini ingegneristici per le seguenti cause:
 - Presenza di limitate CIRCOLAZIONI IDRICHE PER FRATTURAZIONE in corrispondenza del massiccio collinare con substrato lapideo subaffiorante (**Sottoclasse 2C**). In tale settore e, prudentemente, nelle aree contermini, per i nuovi interventi edificatori di interesse pubblico e privato e/o per gli ampliamenti delle costruzioni/infrastrutture esistenti, soprattutto se comportano vani interrati, le condizioni idrogeologiche dovranno essere valutate puntualmente al fine di scongiurare potenziali condizioni di dissesto.

Ai fini delle destinazioni d'uso, le caratteristiche geotecniche in Classe 2 non assumono una particolare valenza, fatto salvo che, in riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio, dovranno essere valutate le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione.

In particolare, per le Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) nel territorio in Classe 2 si dovranno approntare **analisi sismiche di 3° LIVELLO** in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 8/7374/2008 (si veda in proposito il successivo paragrafo 6.2).

Ovunque, dovrà essere applicato quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le costruzioni” (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Tutti gli approfondimenti geologici richiesti per tale classe di fattibilità dovranno essere prodotti contestualmente alle richieste di “permesso di costruire” o “DIA” e valutati di conseguenza prima del rilascio di tali permessi.

PRESCRIZIONI

DESTINAZIONI D'USO

In ambito urbano ed extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico, e più precisamente:

AREE SOGGETTE A CIRCOLAZIONI IDRICHE PER FRATTURAZIONE (**Sottoclasse 2C**): dovranno essere valutati puntualmente i nuovi interventi edificatori di interesse pubblico e privato e/o per gli ampliamenti delle costruzioni/infrastrutture esistenti, soprattutto se comportano vani interrati, con riferimento alle condizioni idrogeologiche al fine di scongiurare potenziali situazioni di dissesto.

INDAGINI E STUDI

Indagini geotecnico-idrogeologiche puntuali relativamente a nuovi interventi edificatori di cui alle tipologie sopraindicate ed agli ampliamenti, ricostruzioni e consolidamenti delle strutture/edifici esistenti (**Sottoclasse 2C**) per la possibile presenza rispettivamente di circolazioni per fratturazione, oltre che per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Si dovranno determinare, mediante specifica indagine da redigere a cura del richiedente, le condizioni di permeabilità dei terreni che consentiranno di valutare tecnicamente l'opportunità di smaltire in sotterraneo le acque meteoriche, nei casi previsti dalle norme vigenti.

Ovunque in Classe 2, quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Per tutte le opere edilizie di nuova realizzazione (manufatti, edifici, infrastrutture tecnologiche, stradali, ecc.) è obbligatoria la relazione geologica; la stessa dovrà evidenziare, mediante supplementi d'indagine di natura geologico-tecnica, geotecnica e/o idrogeologica (in relazione allo specifico ambito territoriale), la compatibilità dell'intervento con le situazioni di reale o potenziale dissesto.

Inoltre dovranno essere altresì indicate le prescrizioni tecniche al fine di realizzare idonee tipologie costruttive nonché opere di sistemazione e bonifica.

Per quanto concerne l'edificato esistente è richiesta la relazione geologica a supporto della pratica edilizia per i seguenti casi:

ampliamento del manufatto o del fabbricato;

demolizione totale o parziale con ricostruzione del manufatto/fabbricato;

interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti.

OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO

In ambito urbano ed in ambito produttivo-terziario, completamento degli eventuali sistemi di collettamento e depurazione, allacciamento alla rete fognaria delle porzioni non ancora servite; censimento e bonifica dei pozzi perdenti.

Sulla base delle risultanze degli studi/indagini del precedente paragrafo, le nuove edificazioni, gli ampliamenti e le opere infrastrutturali compatibili con la Classe di Fattibilità 2 dovranno prevedere interventi finalizzati alla eliminazione del dissesto geotecnico ed idraulico-idrogeologico; le suddette opere dovranno essere realizzate in accordo con l'Amministrazione Comunale e con gli uffici competenti.

CLASSE 3 (colore arancione)

FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

“Questa classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica di destinazione d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area o nell'immediato intorno.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali).

Ciò permetterà di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica.

Per l'edificato esistente verranno indicate le indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione di opere di difesa e sistemazione idrogeologica.”

AMBITO TERRITORIALE

Alla CLASSE 3 vengono ascritte:

- Le aree di rispetto dei POZZI PUBBLICI e PRIVATI ad uso idropotabile (**Sottoclasse 3A**), definite con criterio temporale ai sensi della DGR 15137/1996. Le captazioni comunali attualmente in uso sono: n. 1 (Via Leopardi), 2 (loc. Coribiolo) e 3 (Strada consorziale del Laghet); ad esse si aggiungono i pozzi Caneda di proprietà ACSM S.p.A. n. 5bis, 7 ed 8. All'interno delle superfici di rispetto si applicano le limitazioni d'uso del territorio previste dalle norme vigenti; il loro inserimento nella Classe di Fattibilità 3 è dovuto invece alle condizioni intrinseche di Vulnerabilità della falda e, pertanto, ad una aggiuntiva esigenza di tutela delle superfici circostanti ai pozzi idropotabili.
- Aree contraddistinte da VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA ELEVATA nell'ambito dei settori alluvionali del torrente SEVESO (**Sottoclasse 3B**) essenzialmente in virtù dell'elevato grado di permeabilità dei depositi litologici e della ridotta soggiacenza della falda acquifera. Alla medesima Classe si ascrive l'attività estrattiva dismessa al margine occidentale del territorio anch'essa contraddistinta da Vulnerabilità Elevata causata dall'asportazione dello strato protettivo del suolo e del primo sottosuolo (**Sottoclasse 3C**).
- Area a bassa probabilità di esondazione lungo l'asta fluviale del torrente SEVESO (**Sottoclasse 3D**), in quanto rappresenta il settore maggiormente depresso della piana alluvionale che, in condizioni meteorologiche critiche, potrebbe potenzialmente essere interessato da fenomeni di espansione delle acque torrentizie. Il criterio di delimitazione adottato è quello plano-altimetrico-morfologico.
- Porzione medio-terminale del sottobacino della roggia ROSSOLA in condizioni di dissesto idraulico (**Sottoclasse 3E**). In tale comparto si osservano periodici fenomeni di ristagno delle acque superficiali determinati dalla particolare conformazione morfologica e dalla permeabilità dei depositi MEDIO-BASSA.
- Settore collinare con PENDENZA MEDIA DEI VERSANTI >20° (**Sottoclasse 3F**), ubicate nella zona orientale del Comune, oltre alle rispettive fasce di attenzione con estensione di 10m dai cigli superiori,

funzionali alla regolamentazione delle cautele da adottare per i futuri interventi edificatori ricadenti in tali aree.

- Settori in potenziale dissesto delle CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE ai fini ingegneristici per le seguenti cause:
 - Presenza di falda con modesta soggiacenza ai fini edificatori (attorno a 3.0m dal piano campagna) nell'ambito di pianura tardoglaciale (**Sottoclasse 3G**). La presenza di falda subaffiorante può interferire con le strutture fondali degli edifici e, pertanto, ai fini della corretta progettazione, nell'ambito di tali settori e, prudentemente, nelle aree contermini, le condizioni idrogeologiche dovranno essere valutate puntualmente anche in occasione di edificazioni singole e/o private, ampliamenti oltre che per eventuali opere di interesse pubblico (quali per es.: sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc.).
 - Presenza di locali, piccole falde sospese nell'ambito della collina morenica Orientale (**Sottoclasse 3H**). Tale zona si trova in potenziale dissesto delle condizioni GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE ai fini ingegneristici per la presenza di materiali scadenti e la possibilità di FALDE SOSPESE a ridotta profondità dal p.c. Pertanto, nell'ambito di tale settore e, prudentemente, nelle aree contermini, le condizioni geotecnico-idrogeologiche dovranno essere valutate puntualmente anche in occasione di edificazioni singole e/o private, ampliamenti oltre che per eventuali opere di interesse pubblico (quali per es.: sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc.).

Le caratteristiche geotecniche in Classe 3 non assumono una particolare valenza in funzione delle destinazioni d'uso. Ovunque, dovrà essere applicato quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Localmente, con riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio, dovranno essere valutate le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione.

In particolare, per le Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) nel territorio in Classe 3 si dovranno approntare **analisi sismiche di 3° LIVELLO** in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 8/7374/2008 (si veda in proposito il successivo paragrafo 6.2).

Tutti gli approfondimenti geologici richiesti per tale classe di fattibilità dovranno essere prodotti contestualmente alle richieste di "permesso di costruire" o "DIA" e valutati di conseguenza prima del rilascio di tali permessi.

PRESCRIZIONI

DESTINAZIONI D'USO

In ambito urbano ed extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico, e più precisamente:

Nelle aree di rispetto dei POZZI IDROPOTABILI, sia pubblici che privati (**Sottoclasse 3A**), ridelimitate secondo la D.G.R. n. 15137/1996, sono vietate le seguenti attività o destinazioni (D.Lgs. 152/2006):

Dispersione di acque reflue e fanghi, anche se depurati;
Accumulo di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi;

Spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi (salvo quanto indicato in specifici piani di utilizzazione);
Dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali o strade;
Aree cimiteriali;
Apertura di cave in connessione con la falda
Apertura di pozzi, ad eccezione di quelli idropotabili e di quelli finalizzati alla tutela delle caratteristiche qualitative della risorsa;
Gestione di rifiuti;
Stoccaggio di prodotti e sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;
Centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
Pozzi perdenti;
Pascolo e stabulazione del bestiame.

La Regione disciplina, all'interno delle aree di rispetto, le seguenti attività e strutture:

- *Fognature,*
- *Edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;*
- *Opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;*
- *Pratiche agronomiche e piani di utilizzazione per concimi, fertilizzanti e pesticidi.*

AREA A BASSA PROBABILITA' DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE SEVESO (**Sottoclasse 3D**): mantenimento delle attuali destinazioni d'uso agricole e/o a bosco in virtù delle condizioni di potenziale dissesto idrografico.

Dovrà essere evitato qualsiasi intervento o manufatto che comporti la riduzione anche parziale della capacità di invaso delle aree normalmente interessate dalle acque di esondazione, mentre dovranno essere favorite le opere per la ricostituzione degli equilibri naturali e gli interventi di sistemazione idraulica.

Relativamente al SETTORE ALLUVIONALE del medesimo torrente contraddistinto da Vulnerabilità Idrogeologica ELEVATA (**Sottoclasse 3B**), fatto salvo quanto indicato nell'ambito dell'area a bassa probabilità di esondazione, le eventuali nuove destinazioni artigianali o industriali dovranno essere preferibilmente di tipo non insalubre.

Le eventuali destinazioni artigianali o industriali di tipologia insalubre dovranno essere possibilmente di limitato impatto e saranno valutate puntualmente sulla scorta di specifica analisi di compatibilità ambientale da redigere a cura del proponente dell'intervento durante la fase progettuale.

Per l'AREA ESTRATTIVA DISMESSA (**Sottoclasse 3C**), colmata con materiale di tipologia ignota, si prevede il mantenimento dell'attuale destinazione.

Eventuali variazioni d'uso saranno possibili solo a seguito di:

- *accertamento delle caratteristiche tipologiche dei materiali di riempimento (al fine di verificarne la compatibilità con le eventuali*

- destinazioni d'uso);*
- *realizzazione di operazioni di riassetto ambientale (art. 21 – L.R. 14/1998), oltre a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni).*

Porzione medio-terminale del sottobacino della roggia ROSSOLA (**Sottoclasse 3E**): è preferibile il mantenimento dell'attuale utilizzo (aree libere, a prato/incolto) per evitare di alterare l'equilibrio idraulico-idrologico.

In caso di interventi edificatori, anche di modesta entità, in fase di progettazione si dovranno studiare idonee soluzioni da proporre all'Amministrazione comunale per la regimazione dei deflussi superficiali, provvedendo a scongiurare possibili interferenze negative da parte di questi ultimi sull'edificato.

Settori contraddistinti da PENDENZA ELEVATA (>20°) e relative fasce di attenzione (**Sottoclasse 3F**): conservazione dell'attuale destinazione d'uso a bosco o libera, soprattutto in relazione a potenziali condizioni di instabilità dei versanti.

In caso di modesti interventi edificatori, oltre a quanto prescritto dal D.M. 14.08.2008 per la realizzazione degli approfondimenti di carattere geotecnico, in fase progettuale il proponente dell'intervento dovrà valutare idonee soluzioni per il collettamento, l'allontanamento e la regimazione delle acque meteoriche da concordate con l'Amministrazione comunale e con gli uffici competenti.

AREE IN POTENZIALE DISSESTO DELLE CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ai fini ingegneristici per la possibile presenza di FALDA SUBAFFIORANTE (**Sottoclasse 3G**): le eventuali nuove edificazioni, anche di tipologia singola e privata, soprattutto se comportano piani interrati, box sotterranei, ecc., gli ampliamenti degli edifici esistenti (oltre agli interventi di demolizione e ricostruzione totale o parziale e interventi strutturali di consolidamento delle fondazioni), le opere di interesse pubblico quali sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc., dovranno essere valutate puntualmente in riferimento alle specifiche condizioni idrogeologiche.

AREE IN POTENZIALE DISSESTO DELLE CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE (**Sottoclasse 3H**) per la presenza di materiali scadenti e la possibilità di FALDE SOSPENSE: le eventuali nuove edificazioni, anche di tipologia singola e privata, soprattutto se comportano piani interrati, box sotterranei, ecc., gli ampliamenti degli edifici esistenti (oltre agli interventi di demolizione e ricostruzione totale o parziale e interventi strutturali di consolidamento delle fondazioni), le opere di interesse pubblico quali sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc., dovranno essere valutate puntualmente in riferimento alle specifiche condizioni geotecniche ed idrogeologiche.

INDAGINI E STUDI

Analisi di compatibilità ambientale relativamente ad eventuali interventi artigianali o industriali di tipo insalubre nell'ambito del SETTORE ALLUVIONALE contraddistinto da Vulnerabilità Idrogeologica ELEVATA (**Sottoclasse 3B**), da redigere a cura del proponente dell'intervento durante la fase progettuale. In tale contesto, si prenderanno in esame le prescrizioni e le cautele generali da adottare al fine di diminuire il grado di rischio.

Piano d'indagine per la definizione di un numero significativo di prelievi ed analisi chimiche sui materiali di riempimento in corrispondenza dell'AREA ESTRATTIVA DISMESSA (**Sottoclasse 3C**), nonché verifica della compatibilità dei materiali con le eventuali destinazioni d'uso previste (D.M. 471/1999).

Realizzazione di opere di riassetto ambientale (art. 21 – L.R. 14/1998).

Indagini e studi idrogeologici ed idraulici di carattere comunale e sovracomunale nell'ambito del BACINO DEL TORRENTE SEVESO, finalizzati alla definizione e progettazione degli interventi sistematori per la regimazione idraulica del corso d'acqua in territorio comunale – area di esondazione (**Sottoclasse 3D**).

Solo a seguito della realizzazione delle suddette opere, in caso di utilizzo urbanistico della zona a bassa probabilità di esondazione, indagini e studi idrogeologici ed idraulici finalizzati alla valutazione di compatibilità idraulica di eventuali opere edificatorie di limitata entità che non comportino la riduzione anche parziale della capacità di invaso nell'ambito dell'area di esondazione in relazione alle condizioni di pericolosità presenti.

Conformemente al parere della Regione Lombardia sullo studio geologico redatto ai sensi della LR 41/1997, il Comune è tenuto all'attuazione di quanto previsto dall'Art. 18, comma 7 delle N.T.A. del PAI (*“I Comuni sono tenuti a informare i soggetti attuatori delle previsioni dello strumento urbanistico sulle limitazioni di cui all'art. 9 del PAI e sugli interventi prescritti nei territori delimitati come aree in dissesto idraulico o idrogeologico per la loro messa in sicurezza. Provvedono altresì ad inserire nel certificato di destinazione urbanistica, previsto dalle vigenti disposizioni di legge, la classificazione del territorio in funzione del dissesto operata dal presente Piano. Il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dal dissesto segnalato”*).

In previsione di future edificazioni anche di tipologia singola, analisi idrologica ed idraulica per la regimazione dei deflussi superficiali nell'ambito della porzione medio-terminale del sottobacino della roggia ROSSOLA (**Sottoclasse 3E**).

Settori contraddistinti da PENDENZA ELEVATA (>20°) e relative fasce di attenzione (**Sottoclasse 3F**): in caso di interventi edificatori, ampliamenti dell'esistente e realizzazione di strutture pertinenziali, nonché modifica dell'attuale destinazioni boschiva, si dovranno valutare le condizioni di stabilità generali del sito mediante apposito studio redatto da tecnico abilitato.

A seconda delle risultanze di quanto sopra, studio e progettazione di interventi di consolidamento e sistemazione agronomico-forestale delle porzioni risultate instabili; studio e progettazione di opere per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche.

In particolare, per queste ultime si dovrà evitare sia lo scorrimento incontrollato lungo la scarpata, sia eventuali infiltrazioni sotterranee.

Indagini geotecnico-idrogeologiche puntuali relativamente a nuovi interventi edificatori di cui alle tipologie sopraindicate ed agli ampliamenti, ricostruzioni e consolidamenti delle strutture/edifici esistenti (**Sottoclassi 3G e 3H**) per la possibile presenza rispettivamente di falde subaffioranti e/o sospese, oltre che per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Si dovranno determinare, mediante specifica indagine da redigere a cura del richiedente, le condizioni di permeabilità dei terreni che consentiranno di valutare tecnicamente l'opportunità di smaltire in sotterraneo le acque meteoriche, nei casi previsti dalle norme vigenti.

Ovunque in Classe 3, quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Per tutte le opere edilizie di nuova realizzazione (manufatti, edifici, infrastrutture tecnologiche, stradali, ecc.) è obbligatoria la relazione geologica; la stessa dovrà evidenziare, mediante supplementi d'indagine di natura geologico-tecnica, geotecnica e/o idrogeologica (in relazione allo specifico ambito territoriale), la compatibilità dell'intervento con le situazioni di reale o potenziale dissesto.

Inoltre dovranno essere altresì indicate le prescrizioni tecniche al fine di realizzare idonee tipologie costruttive nonché opere di sistemazione e bonifica.

Per quanto concerne l'edificato esistente è richiesta la relazione geologica a supporto della pratica edilizia per i seguenti casi:

ampliamento del manufatto o del fabbricato;

demolizione totale o parziale con ricostruzione del manufatto/fabbricato;

interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti.

OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO

In ambito urbano ed in ambito produttivo-terziario, completamento degli eventuali sistemi di collettamento e depurazione, allacciamento alla rete fognaria delle porzioni non ancora servite; censimento e bonifica dei pozzi perdenti.

Opere e cautele generali finalizzate alla limitazione del grado di rischio idrogeologico nell'ambito del SETTORE ALLUVIONALE (**Sottoclasse 3B**) sulla base delle risultanze dell'analisi di compatibilità ambientale prescritta sopra.

Opere e cautele generali da adottare in corrispondenza dell'AREA ESTRATTIVA DISMESSA (**Sottoclasse 3C**) sulla base delle risultanze delle indagini sopra descritte ed in funzione delle eventuali destinazioni d'uso previste (D.M. 471/1999). Interventi finalizzati al ripristino delle condizioni morfologico-ambientali preesistenti, previa eliminazione di possibili condizioni di rischio ambientale.

Per le eventuali opere edificatorie di limitata entità che non comportino la riduzione anche parziale della capacità di invaso nell'ambito dell'AREA A BASSA PROBABILITA' DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE SEVESO (**Sottoclasse 3D**), si dovranno prevedere interventi finalizzati alla riduzione del rischio idraulico, sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra.

Opere e cautele generali da adottare In caso di interventi edificatori, anche di modesta entità, in corrispondenza della porzione medio-terminale del sottobacino della roggia ROSSOLA (**Sottoclasse 3E**) sulla base delle risultanze degli studi sopra descritti per la regimazione idrologica ed idraulica dei deflussi superficiali.

Interventi di consolidazione, sistemazione agronomico-forestale e riqualificazione ambientale dei versanti a PENDENZA ELEVATA (>20°) e relative fasce di attenzione (**Sottoclasse 3F**) risultati instabili sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra; opere per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche sulla base delle indagini condotte.

Sulla base delle risultanze degli studi/indagini di approfondimento prescritte per le **Sottoclassi 3G e 3H**, le nuove edificazioni, gli ampliamenti e le opere infrastrutturali compatibili con la Classe di Fattibilità 3 dovranno prevedere interventi finalizzati alla eliminazione del dissesto geotecnico ed idraulico-idrogeologico; le suddette opere dovranno essere realizzate in accordo con l'Amministrazione Comunale e con gli uffici competenti.

Quanto previsto dai risultati delle indagini condotte ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per l'eliminazione delle condizioni di reale o potenziale dissesto.

CLASSE 4 (colore rosso scuro)

FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

“L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001.

Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente; a tal fine sarà necessaria apposita indagine geologica, geotecnica e sismica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio.”

AMBITO TERRITORIALE

Alla CLASSE 4 vengono ascritte:

- Le aree di Rispetto Fluviale interdette all'edificazione individuate lungo le aste del torrente SEVESO con ampiezza di 10 m dalle sponde (R.D. 523/1904), della roggia ROSSOLA o QUARTO e del fosso NIS rispettivamente estese 10m e 4m dalle sponde. (**Sottoclasse 4A**). Queste ultime sono aree di demanio idrico comunale definite mediante apposito Regolamento di Polizia Idraulica (ai sensi delle DGR n. 7/7868 del 25.01.2002 e n. 7/13950 del 01.08.2003). L'inserimento di tali superfici nella Classe di Fattibilità 4 è motivato essenzialmente dall'esigenza di mantenerle a disposizione per consentire l'accessibilità per gli interventi di manutenzione e per la realizzazione di eventuali interventi di manutenzione.
- Le aree di tutela assoluta dei POZZI PUBBLICI e PRIVATI ad uso idropotabile (**Sottoclasse 4B**) con estensione di 10m dal centro di ciascuna captazione. Esse sono vigenti sulle captazioni comunali n. 1 (Via Leopardi), 2 (loc. Coribiolo) e 3 (Strada consorziale del Laghet) e sui pozzi Caneda di proprietà ACSM S.p.A. n. 5bis, 7 ed 8. All'interno delle aree di tutela assoluta si applicano le limitazioni d'uso del territorio previste dalle norme vigenti; il loro inserimento nella Classe di Fattibilità 4 è dovuto invece alle condizioni intrinseche di Vulnerabilità di tali aree e, pertanto, ad una aggiuntiva esigenza di tutela delle superfici immediatamente circostanti ai pozzi idropotabili.
- L'area ad elevata probabilità di esondazione del torrente SEVESO (**Sottoclasse 4C**) nel settore centro-Occidentale del territorio in cui si segnalano condizioni di Dissesto Idrografico legate ai periodici fenomeni di esondazione.
- Il nuovo polo estrattivo (**Sottoclasse 4D**) con estensione complessiva pari a circa 27.500 mq, compreso tra il tracciato ferroviario N.M. ed il torrente Seveso. La porzione attualmente coltivata ha determinato l'affioramento sul fondo dello scavo di acqua di falda (probabilmente di tipologia sospesa) intercettata a circa 10m di profondità dal piano campagna.

Le caratteristiche geotecniche in Classe 4 non assumono una particolare valenza in funzione delle destinazioni d'uso. Localmente, con riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio, dovranno essere valutate le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione.

In particolare, per le Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) nel territorio in Classe 4 si dovranno approntare analisi sismiche di 3° LIVELLO in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 8/7374/2008 (si veda in proposito il successivo paragrafo 6.2).

Tutti gli approfondimenti geologici richiesti per tale classe di fattibilità dovranno essere prodotti contestualmente alle eventuali richieste di "permesso di costruire" o "DIA" e valutati di conseguenza prima del rilascio di tali permessi.

PRESCRIZIONI

DESTINAZIONI D'USO

Viene esclusa qualsiasi nuova edificazione ad eccezione delle opere finalizzate al consolidamento, alla protezione idrogeologica ed idraulica.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti i soli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, senza aumenti di volume e modifiche delle destinazioni d'uso - Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001.

Potranno essere realizzate eventuali infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili sul territorio; le stesse dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio presenti nell'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

Alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata la relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio.

Le aree di tutela assoluta dei POZZI IDROPOTABILI (**Sottoclasse 4B**), rappresentate dai comparti immediatamente circostanti alle captazioni con estensione di raggio di 10.0m attorno ad esse, devono essere adibite esclusivamente ad opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. n. 152/2006). Per ragioni di sicurezza, le medesime devono essere adeguatamente protette.

AREA AD ELEVATA POSSIBILITA' DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE SEVESO (**Sottoclasse 4C**): auspicabili destinazioni d'uso agricole oppure a bosco in virtù delle condizioni di dissesto idrografico. Indipendentemente dalla destinazione d'uso, dovrà essere evitato qualsiasi intervento o manufatto che comporti la riduzione anche parziale della capacità di invaso delle aree normalmente interessate dalle acque di esondazione, mentre dovranno essere favorite le opere per la ricostituzione degli equilibri naturali e gli interventi di sistemazione

idraulica. La realizzazione di eventuali opere sistematorie eseguite in accordo con l'Amministrazione Comunale che comportino la riduzione o la eliminazione del Rischio idrologico, porterà alla declassazione dell'ambito direttamente interessato.

INDAGINI E STUDI

Indagini e studi idrogeologici ed idraulici di carattere comunale e sovracomunale nell'ambito del BACINO del TORRENTE SEVESO (**Sottoclasse 4C**), finalizzati alla definizione e progettazione degli interventi sistematori per la regimazione idraulica dei corsi d'acqua in territorio comunale.

Studi ed indagini finalizzati al monitoraggio della possibile evoluzione dei fenomeni di EROSIONE SPONDALE lungo l'alveo del Seveso, nonché, qualora siano risultati necessari, interventi di recupero ambientale mediante tecniche di ingegneria naturalistica.

Quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per la pianificazione attuativa, per opere di carattere non edificatorio, oltre che per le eventuali infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico realizzabili.

Nell'ambito degli interventi compatibili con l' Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001, è richiesta la relazione geologica per interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti, con la finalità di valutare le caratteristiche fisiche e la capacità portante dei terreni di fondazione.

OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO

Allacciamento alla rete fognaria delle porzioni non ancora servite, censimento e bonifica dei pozzi perdenti.

Interventi finalizzati alla riduzione del rischio idraulico sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra, da eseguire in accordo con l'Amministrazione Comunale nell'ambito delle AREE DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE SEVESO (**Sottoclasse 4C**).

Interventi finalizzati al recupero ambientale lungo gli alvei maggiormente interessati da fenomeni erosivi spondali.

Quanto previsto dai risultati delle indagini condotte ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (o dalle disposizioni ancora applicabili sino al termine del periodo transitorio) per l'eliminazione delle condizioni di reale o potenziale dissesto.

6.2 COMPONENTE SISMICA

Per il Comune di GRANDATE si individuano quattro differenti tipologie di risposta sismica dei terreni, indicate in cartografia con apposito retino trasparente (**ALLEGATO 8 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**). Esse sono indicate con le seguenti sigle:

- zona sismica Z2;
- zona sismica Z3a, a su volta suddivisa in due sottozone (Z3a_1 e Z3a_2);
- zona sismica Z4a;
- zona sismica Z4c;
- zona sismica Z4d;
- zona sismica Z5.

Nelle aree individuate in carta, per le sole tipologie costruttive **strategiche e rilevanti** (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003), sono obbligatoriamente da adottarsi le seguenti prescrizioni:

Zona sismica Z2

Caratteri litologici e geotecnici

Sono superfici costituite da depositi di origine glacio-lacustre a granulometria eterogenea limosa con sabbia ed argilla, privi di evidenti alterazioni. Le caratteristiche geotecniche sono mediocri, mentre la permeabilità è di entità medio-bassa. Le indagini pregresse hanno frequentemente rilevato la presenza di locali circolazioni idriche sotterranee a scarsa profondità dal piano campagna (2-3m).

Approfondimenti d'indagine: I territori individuati con la sigla Z2 devono essere assoggettati ad approfondimento di 3° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 8/7374 del 28.05.2008, in fase di progettazione edilizia. Tali prescrizioni riguardano le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto, ai sensi della D.g.r. 14964/2003; tali costruzioni sono elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici 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.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/7374 del 28.05.2008 al punto 2.3 e successive integrazioni.

Zone sismiche Z4a, Z4c, Z4d e Z3a_2

Caratteri litologici e geotecnici

Zona Z4a: tali superfici sono costituite da depositi fluvioglaciali e fluviali in prevalenza sabbioso-limosi debolmente ghiaiosi, con mediocri caratteristiche geotecniche. La falda si attesta normalmente alle profondità comprese tra 10 e 15m dal piano campagna; localmente si osserva la presenza di piccole falde superficiali (sospese) entro i primi metri di profondità dal p.c.

Zona Z4c: è interessata da depositi glaciali di granulometria eterogenea sabbioso-limosi-argillosi e da frazioni granulari ghiaioso-ciottolose, progressivamente meno alterate con la profondità, con mediocri caratteristiche geotecniche. Le indagini pregresse hanno frequentemente rilevato la presenza di locali circolazioni sotterranee a scarsa profondità dal piano campagna (2-3m).

Zona Z4d: è prevalentemente costituita da depositi eluvio-colluviali a granulometria sabbioso-limosa con rari frammenti litoidi grossolani, prodotti sia da processi di alterazione in posto, sia da processi di trasporto limitato, generalmente lenti. Le indagini dirette eseguite in loco testimoniano uno spessore modesto di tali materiali che, rapidamente, lasciano spazio al substrato. Localmente, nell'ambito di quest'ultimo, sono state osservate circolazioni sotterranee per fratturazione.

Sottozona Z3a_2: rappresentata dal profilo Y-Y', appartiene alla zona sismica Z3a (scenario di scarpata, suscettibile di effetti morfologici). Sulla base delle indagini disponibili, i materiali rappresentativi sono costituiti da litotipi limoso-sabbioso-argillosi con ciottoli decimetrici, localmente alterati. La profondità del substrato non è stata accertata; localmente si osserva la presenza di piccole falde superficiali (sospese) entro i primi metri di profondità dal p.c. Per l'ambito Z3a_2 si è deciso di analizzare sia gli effetti morfologici (Z3) che quelli litologici (Z4); questi ultimi hanno fatto registrare risultati più sfavorevoli.

Approfondimenti d'indagine: I territori individuati con le sigle Z4a, Z4c, Z4d e Z3a_2 sono stati assoggettati ad approfondimento di 2° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 8/7374 del 28.05.2008. Tale approfondimento ha portato alla conclusione che il valore del Fattore di Amplificazione Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia regionale: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia. Tali prescrizioni riguardano le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto, ai sensi della D.g.r. 14964/2003; tali costruzioni sono elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici 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.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 8/7374 del 28.05.2008 al punto 2.3 e successive integrazioni.

Sottozona sismica Z3a_1, oltre alla relativa Ai

Caratteri litologici e geotecnici

Sottozona Z3a_1: rappresentata dal profilo X-X', appartiene alla zona sismica Z3a (scenario di scarpata, suscettibile di effetti morfologici). Sulla base delle indagini disponibili, la zona è ascrivibile al comparto collinare con materiale lapideo (substrato roccioso) a limitata profondità dal piano campagna (normalmente tra 2.5 e 3.5m, localmente a maggiori profondità), sovrastato da depositi limosi e sabbiosi. La permeabilità (secondaria) è da media a nulla.

Approfondimenti d'indagine: I territori individuati con la sigla Z3a_1 sono stati assoggettati ad approfondimento di 2° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 8/7374 del 28.05.2008. Tale approfondimento, in via preliminare, ha portato alla conclusione che il valore del Fattore di Amplificazione Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia regionale.

Qualora fosse necessaria la progettazione di costruzioni e strutture strategiche e rilevanti, è necessaria la valutazione dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione con metodi di indagine diretti; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di circa 30 m da p.c.

Qualora il valore di Fa misurato localmente sia maggiore del valore soglia indicato per il territorio comunale, il progetto dovrà essere sottoposto ad analisi di 3° livello. Tali prescrizioni riguardano le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto, ai sensi della D.g.r. 14964/2003; tali costruzioni sono elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi esplicitate nel presente paragrafo.

Zona sismica Z5

Caratteri litologici e geotecnici

E' ascrivibile al presunto limite di contatto tra i depositi dei materiali eluvio-colluviale che rivestono il substrato lapideo conglomeratico ed i depositi glacio-lacustri della pianura nella porzione centrale del Comune, aventi comportamento fisico-meccanico molto diverso.

Approfondimenti d'indagine: in fase di progettazione edilizia, le zone individuate con la sigla Z5 non devono essere assoggettati ad approfondimento di 3° livello (Allegato 5 della DGR 8/7374 del 28.05.2008).

Non è necessario la valutazione quantitativa a livello di approfondimento maggiore in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'opera; è altresì richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici 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.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. "*Carta geologica della Lombardia*" - Servizio Geologico Nazionale - Regione Lombardia – C.N.R. - Roma 1990

ANSI/ASTM D2487-69 "Standard test method for classification of soils for engineering purposes" - repr. 1975

Beretta G.P. - "Contributo per la carta idrogeologica della Lombardia" - Acque sotterranee – 1986

Borghese A. - "Il territorio lariano e i suoi Comuni" - 1992

Castany G. "*Idrogeologia*" - Flaccovio - 1982

Cestari F. "*Prove geotecniche in sito*" - Geo-graph, Segrate (MI) - 1990

Chiesa G. "Inquinamento delle acque sotterranee" - Hoepli (MI) - 1998

Cita M.B., Gelati R., Gregnanin A. - "*Alpi e Prealpi lombarde*" Guide geologiche regionali, vol. 1 - Roma

Colombo P. - "*Elementi di geotecnica*" - Zanichelli - Bologna - 1978

De Luca D.A., Verga G., - "*Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi*" - Acque sotterranee Fascicolo n. 29 -Marzo1991

Desio A., - "*Geologia dell'Italia*" – UTET Torino -1968

E.R.S.A.F. "*I suoli della Brianza comasca e lecchese*" - progetto carta pedologica – maggio 1999

Gelmini, Paltrinieri "*Vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee*" - Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, Vol. 2, Ed. Pitagora, 1990

Provincia di Como – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) - *Relazione; Norme di attuazione; Allegati* – agosto 2006

Provincia di Como – I Piano di Prevenzione e Previsione di Protezione Civile - *Relazione; Allegati* – 2001

Rossi P. M. - "Structural and stratigraphical pattern of the Lombardy Southern Alps. In structural model of Italy"- C.N.R. – Quad. de La Ric.Sc. – Roma 1975

Stazione termo-pluviometrica di Como – Villa Gallia– ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1991-2003)

Stazione termo-pluviometrica di Vertemate con Minoprio - Fondazione Minoprio MAC – ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1986-2002).