

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
PEC: linda.cortelezzi@epap.sicurezzapostale.it
P.IVA 02414970125 -CF:CRTLND66R70L319R



COMUNE DI ZELO SURRIGONE

Provincia di Milano

Aggiornamento della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

Legge Regionale n. 12/2005 – art. 57, comma 1; Delibere Giunta
Regionale n. 8/7374 del 28/05/2008 e n. 9/2616 del 30/11/2011

Elaborato aggiornato a seguito del parere di compatibilità del Piano di Governo del
Territorio (P.G.T.) emesso dalla Provincia di Milano (Delibera di Giunta Provinciale n.
267 del 2 luglio 2013 - atti n. 153696\7.4\2011\263)

RIF.: 344PGT

SETTEMBRE 2013

Sommario

1. PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA D'INDAGINE	4
2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	7
2.1 CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE	8
3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
3.1 LEGISLAZIONE NAZIONALE VIGENTE	12
3.2 NORMATIVA REGIONALE	29
3.3 SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI	33
3.3.1 <i>Approfondimenti ulteriori</i>	35
4. FASE DI VALUTAZIONE	38
4.1 CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE	39
4.2 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA	41
4.3 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	42
4.4 VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE	48
5. NORME GEOLOGICHE DI PIANO	52
5.1 FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	52
5.2 COMPONENTE SISMICA	66
BIBLIOGRAFIA	69

Allegati cartografici

1. CARTA DEI CARATTERI GEOLOGICO-TECNICI – Scala 1:5.000

1a. CARTA DEGLI ELEMENTI IDROGRAFICI SUPERFICIALI – Scala 1:5.000 (di nuova formazione)

2. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – Scala 1:10.000

2a. SEZIONI IDROGEOLOGICHE INTERPRETATIVE A-A' E B-B' – Scala 1:7.000

3. CARTA DEI VINCOLI DI CONTENUTO GEOLOGICO – Scala 1:5.000 (aggiornata)

4. CARTA DI SINTESI – Scala 1:5.000

5. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA - SCALA 1:5.000

5A. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA - SCALA 1:10.000

6. ELENCO E STRATIGRAFIE DEI POZZI CENSITI

7. SCHEDE DI CENSIMENTO DEI POZZI (Allegato 9 DGR n. 9/2616 del 30.11.2011)

1.PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA D'INDAGINE

Il Comune di Zelo Surrigone (MI) ha incaricato la Dott.ssa Linda Cortelezzi, Geologo specialista, di redigere l'aggiornamento e l'adeguamento 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 maggio 2008 *"Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"*.

Lo Studio Geologico di cui viene redatto l'aggiornamento è datato novembre 2001 ed è stato adottato dal Comune di Zelo Surrigone con D.C.C. n. 5 del 28/02/2002.

A tal proposito, del suddetto studio del 2002 si ritiene di dover confermare le seguenti parti che diverranno parte integrante del presente Studio:

- Capitoli 1, 2, 3 e 4 della Relazione;
- Tavola 1 – carta geopedologica;
- Tavola 2 – carta idrogeologica.

I presenti elaborati recepiscono le indicazioni derivanti dal parere di compatibilità del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) emesso dalla Provincia di Milano (Delibera di Giunta Provinciale n. 267 del 2 luglio 2013 - atti n. 153696\7.4\2011\263), coerentemente con il documento di controdeduzione appositamente redatto.

In particolar modo, essi recepiscono le indicazioni e prescrizioni derivanti dalle N.d.A. del nuovo PTC della Provincia di Milano, adottato con seduta del 7 giugno 2012 e pubblicato sul BURL l'11 luglio 2012 (in salvaguardia), **in data successiva alla consegna degli elaborati dello Studio geologico adottato.**

In data 19 gennaio 2012, è stata pubblicata la Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374".

Nel Titolo II, Art. 57 comma 1 della sopracitata legge è previsto che ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, nel PGT:

- a) Il Documento di Piano contiene la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta Regionale;
- b) Il Piano delle Regole contiene:

- Il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del P.T.C.P. e del Piano di Bacino;
- L'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, secondo gli indirizzi ed i criteri di cui alla lettera a), nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate in ordine alle attività di trasformazione territoriale, compresa l'indicazione di aree da assoggettare ad eventuali piani di demolizione degli insediamenti esistenti, ripristino delle condizioni di sicurezza, interventi di rinaturazione dei siti o interventi di trasformazione urbana, PRU o PRUSST.

Con riferimento alle sopracitate D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”* ed al successivo aggiornamento dei criteri del novembre 2011, la metodologia seguita nella realizzazione dello studio si basa su tre successive fasi di lavoro:

ANALISI

Attraverso rilievi di campagna e l'esame critico dei dati tratti dalla bibliografia e della documentazione disponibile presso gli enti competenti (Regione Lombardia, Provincia di Milano, Comune, ecc.), sono stati aggiornati ed integrati i dati già esistenti, soprattutto per ciò che concerne gli aspetti geomorfologici, sismici ed antropici del territorio comunale.

L'approfondimento e l'integrazione della documentazione di cui allo studio geologico di supporto del PRG (2002) ha portato alla redazione di una nuova Carta dei caratteri geologico-tecnici e di una nuova Carta dei Vincoli, nonché alla redazione della Carta della Pericolosità Sismica locale e delle Sezioni Idrogeologiche Interpretative.

Per quanto riguarda gli aspetti del territorio che non hanno subito sostanziali modifiche negli ultimi anni si fa riferimento alla documentazione proposta nello studio geologico precedente. In particolare si ritengono valide ad oggi le note descrittive e la cartografia di cui alle Tavole 1 e 2 (carta geopedologica; carta idrogeologica) dello studio geologico di supporto al PRG del 2001, a cui si rimanda per la consultazione.

SINTESI/VALUTAZIONE

Attraverso l'integrazione dei dati aggiornati contenuti nella Carta dei caratteri geologico-tecnici e dei vincoli, con quelli relativi al precedente studio del 2002, si è giunti alla redazione della Carta di Sintesi alla scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale, avente lo scopo di fornire un quadro generale dello stato del territorio esaminato, al fine di passare ad una successiva fase propositiva tramite la valutazione incrociata degli elementi in essa contenuti.

PROPOSTA

La fase di valutazione e proposta ha condotto alla zonizzazione del territorio comunale in funzione dello stato di rischio geologico, idrogeologico e sismico, della presenza di vincoli di carattere geologico e degli assetti di carattere geologico-applicativo.

Nell'ambito di tale fase si è realizzata la Carta della Fattibilità geologica alla scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale e si sono definite le Norme geologiche di piano che dovranno essere riportate integralmente nel Piano delle Regole oltre che nel Documento di Piano del PGT.

Si sottolinea che quanto indicato nella presente Relazione e negli elaborati grafici che la accompagnano non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche e geologico-tecniche di maggior dettaglio descritte dal D.M. 14/1/2008 per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva.



Unità litologiche; contesto dei Comuni di Zelo Surrigone e Vermezzo (MI); (fonte: Basi Ambientali della Pianura - Servizio di Mappa ArcIMS – Regione Lombardia)

2.1 CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE

Sulla base dei dati a disposizione si sono fundamentalmente mantenute le quattro unità litotecniche dello studio pregresso con parziali revisioni derivanti da quanto sopra esposto.

(A) Terreni a prevalente granulometria Ghiaiosa/Sabbiosa con ghiaia (colore giallo)

Caratteri morfologici: porzione centrale di pianura con intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale: sono le principali depressioni e testate legate ai fontanili con presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna con suoli sviluppatasi su substrati limoso-sabbiosi con ghiaia, non calcarei. Tali superfici presentano pendenza media del 0,1%.

Caratteri litologici: ghiaia e sabbia con ghiaia con scarsa matrice fine (passante al setaccio ASTM n. 200 <15%) non plastica. Si tratta di un complesso di terreni dotati di mediocri caratteristiche geotecniche.

Caratteri pedologici: U.C. 454: suolo adatto all'agricoltura (IVs), presenta tuttavia limitazioni molto severe, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; è adatto allo spandimento dei reflui zootecnici (S2) con lievi limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse alla granulometria, al pH e alla CSC; hanno capacità protettiva elevata (E) nei confronti delle acque superficiali, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è basso (B). Il suolo è sottile limitato da substrato sabbioso scheletrico; tessitura moderatamente grossolana o media in superficie, reazione subacida, saturazione media o alta, AWC bassa, con drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata. L'uso del suolo prevalente è costituito da seminativi avvicendati; pioppeti e prati poliennali.

Assetto geologico-tecnico: terreni da granulari sciolti a debolmente coesivi, con stato di consistenza da sciolto a moderatamente addensato. Caratteristiche geotecniche mediocri; permeabilità media.

(B) Terreni a prevalente granulometria Argillosa con sabbia/Limosa-sabbiosa (colore verde)

Caratteri morfologici: porzione centrale di pianura con pendenza media del 0,1%. Sono presenti intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale: sono le principali depressioni con presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna. Il substrato è limoso-sabbioso, non calcareo.

Caratteri litologici: limi e sabbie argilloso-ghiaiose e sabbie ghiaioso-limose debolmente argillose con lenti di limi argilloso-sabbiosi mediamente plastici. Si tratta di un complesso di terreni dotati di caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti.

Caratteri pedologici: U.C. 452: suolo adatto all'agricoltura (IIIs), con severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; è adatto senza limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici (S1); non è adatto allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse alla CSC; ha capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al

comportamento idrologico, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il valore naturalistico è basso (B).

Il suolo è molto profondo, con scheletro da scarso ad assente, tessitura moderatamente grossolana o media, reazione subacida, saturazione bassa, AWC alta, drenaggio mediocre e permeabilità moderata.

Assetto geologico-tecnico: terreni incoerenti sciolti, localmente coesivi, con stato di consistenza da molto sciolto a moderatamente addensato in profondità. Caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti; frequenti variazioni laterali dei parametri caratteristici connessi alla presenza di lenti limoso-argillose; permeabilità medio-bassa.

(C) Terreni a prevalente granulometria Ghiaiosa con limo/Argilla sabbiosa (colore arancione)

Caratteri morfologici: porzione centrale di pianura con intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive; si tratta di superfici subpianeggianti che presentano una quota media di 119 m s.l.m. e pendenza media del 0,1%, interposte fra le principali linee di flusso e le zone più stabili con substrati sabbioso limosi con ghiaia.

Caratteri litologici: ghiaia con limo/argilla e sabbia, mediamente plastici. Si tratta di un complesso di terreni dotati di caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti.

Caratteri pedologici: U.C. 447: suolo adatto all'agricoltura (IVs), presenta limitazioni molto severe, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; è adatto senza limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici (S1p), e presenta problemi gestionali legati alla pietrosità; è adatto allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse alla CSC; ha capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il valore naturalistico è basso (B).

Il suolo è profondo, a scheletro frequente, tessitura moderatamente grossolana, reazione subacida, saturazione alta, AWC molto alta, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente elevata.

Assetto geologico-tecnico: terreni incoerenti sciolti, coesivi, con stato di consistenza da molto sciolto a localmente mod. addensato in profondità. Caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti; permeabilità medio-bassa.

D) Terreni a prevalente granulometria Sabbiosa e limosa (colore rosa)

Caratteri morfologici: porzione centrale di pianura con pendenza media del 0,1%. Sono presenti intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale: sono le principali depressioni con presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna. Il substrato è limoso-sabbioso, non calcareo.

Caratteri litologici: deposito sabbioso-limoso (sabbia grossa e fine silicea) talvolta con ghiaia, a comportamento non plastico. Si tratta di un complesso di terreni dotati di caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti.

Caratteri pedologici: U.C. 457: suolo adatto all'agricoltura (IIs), con moderate limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative; è adatto allo spandimento dei reflui zootecnici (S2), con lievi limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; non è adatto allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse alla CSC; ha capacità protettiva elevata (E) nei confronti delle acque superficiali, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il valore naturalistico è basso (B). Il suolo è molto profondo, con scheletro da scarso ad assente, tessitura moderatamente grossolana, reazione neutra, saturazione alta, AWC moderata, drenaggio rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Assetto geologico-tecnico: terreni incoerenti sciolti, localmente coesivi, con stato di consistenza da molto sciolto a moderatamente addensato in profondità. Caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti; frequenti variazioni laterali dei parametri caratteristici connessi alla presenza di lenti limoso-argillose; permeabilità medio-bassa.

3. 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.

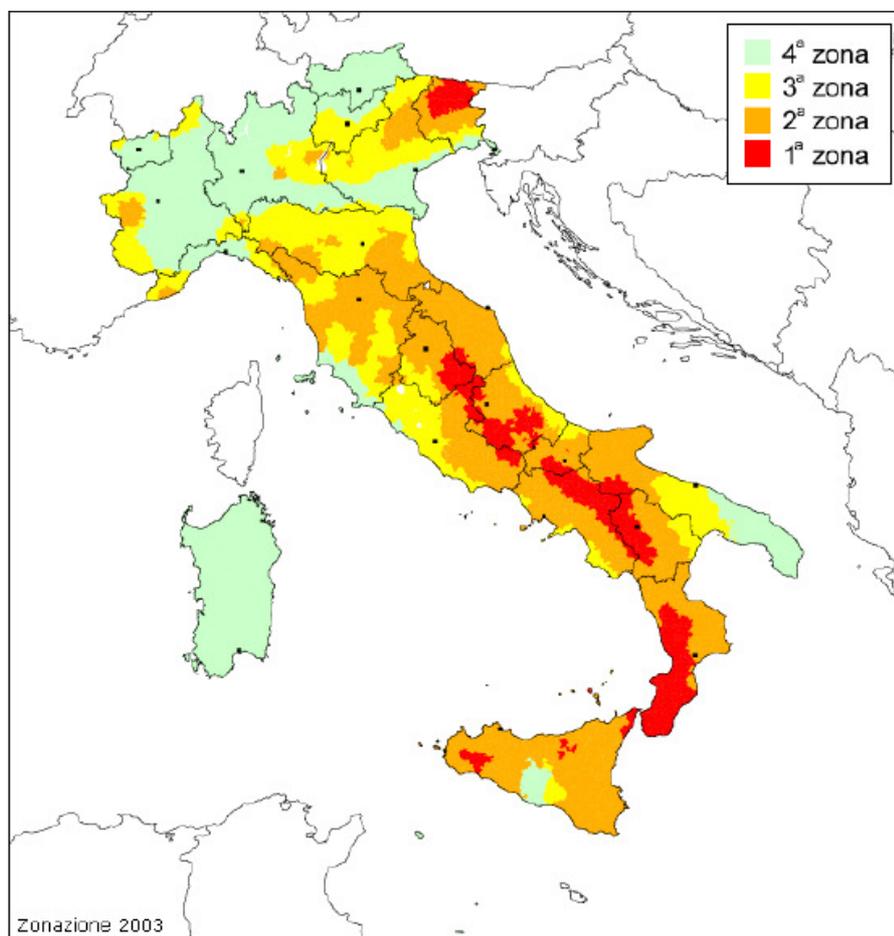
3.1 LEGISLAZIONE NAZIONALE VIGENTE

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".

Sulla base del documento Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (23 aprile 1997) e successive precisazioni, sono state individuate in tutto il territorio nazionale 4 zone sismiche, secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La valutazione di a_g è stata calcolata con metodologie internazionali aggiornate periodicamente con procedure trasparenti e riproducibili.

La zonizzazione sismica dell'intero territorio nazionale è stata effettuata secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8/05/03 Supplemento Ordinario n. 72: *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in*

zona sismica. Secondo questa zonizzazione (si veda figura di seguito riportata) tutto il territorio comunale di Zelo Surrigone si trova in zona 4 (colore verde), cioè nella zona, tra quelle individuate, di minor rischio sismico.

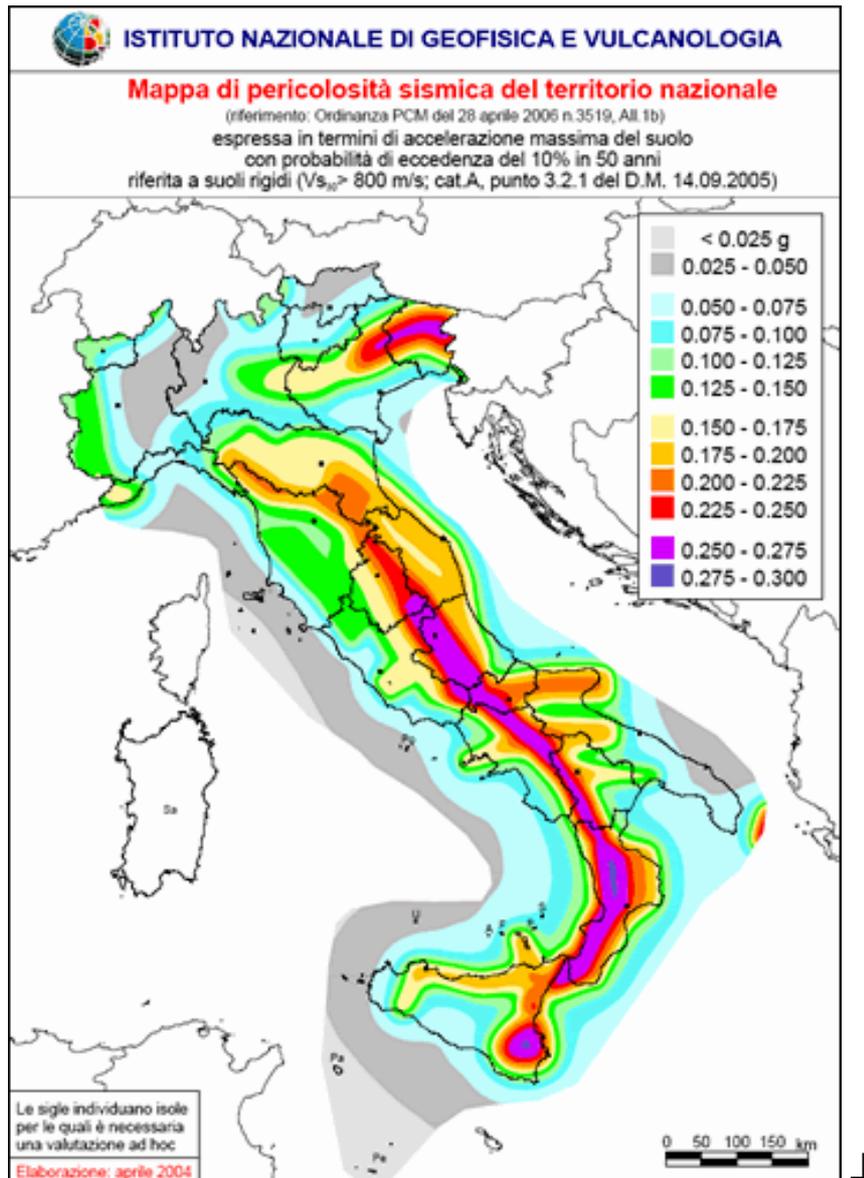


OPCM 28 aprile 2006

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/06 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11/05/06 Serie Generale Anno 147° - n. 108 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) adotta come riferimento ufficiale una nuova mappa di pericolosità sismica e definisce i criteri generali per la classificazione delle zone sismiche. Costituiscono parte integrante dell'ordinanza:

- ✓ Allegato 1A - Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- ✓ Allegato 1B - Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale.

La mappa, riportata nell'Allegato 1B (vedasi figura di seguito riportata), rappresenta graficamente la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s.



D.M. 14 gennaio 2008

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica in Italia è regolata dal D.M. 14/01/08 per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici.

Il D.M. 14 gennaio 2008 (*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*), pubblicato sulla G.U. n. 29 del 04/02/08, in vigore dal 1° luglio 2009, sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005, fatto salvo il periodo di monitoraggio di 18 mesi di cui al comma 1 dell'art. 20 della L. 28 febbraio 2008, n. 31.

Queste nuove Norme Tecniche per le Costruzioni definiscono i criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale in recepimento del Voto 36 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27 luglio 2007 (Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale); tali criteri prevedono la valutazione dell'azione sismica definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati, in termini di accelerazione del suolo a_g e di forma dello spettro di risposta. Costituiscono parte integrante del decreto:

- ✓ Allegato A - Pericolosità sismica
- ✓ Allegato B - Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica.

Diversamente dalla precedente normativa l'azione sismica non viene più valutata riferendosi ad una zona sismica (territorialmente coincidente con più entità amministrative), ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, ma viene valutata sito per sito e costruzione per costruzione.

Secondo l'allegato A l'azione sismica sulle costruzioni viene valutata a partire da una pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta con sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; i risultati dello studio di pericolosità devono essere forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata in funzione delle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e morfologiche della superficie; tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito istituzionale INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Le azioni sismiche di progetto si ricavano dalle accelerazioni del suolo a_g e dalle relative forme dello spettro di risposta. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_O valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_{C^*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica
- F_O e T_{C^*} i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N (definita al paragrafo 2.4.1 e in Tabella 2.4.I del D.M. 14/01/08) per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso (definita al paragrafo 2.4.2 del D.M. 14/01/08), come riportato in Tabella 2.4.II del D.M. 14/01/08.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate in Tabella 3.2.I del D.M. 14/01/08.

Per individuare, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche, per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC, è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

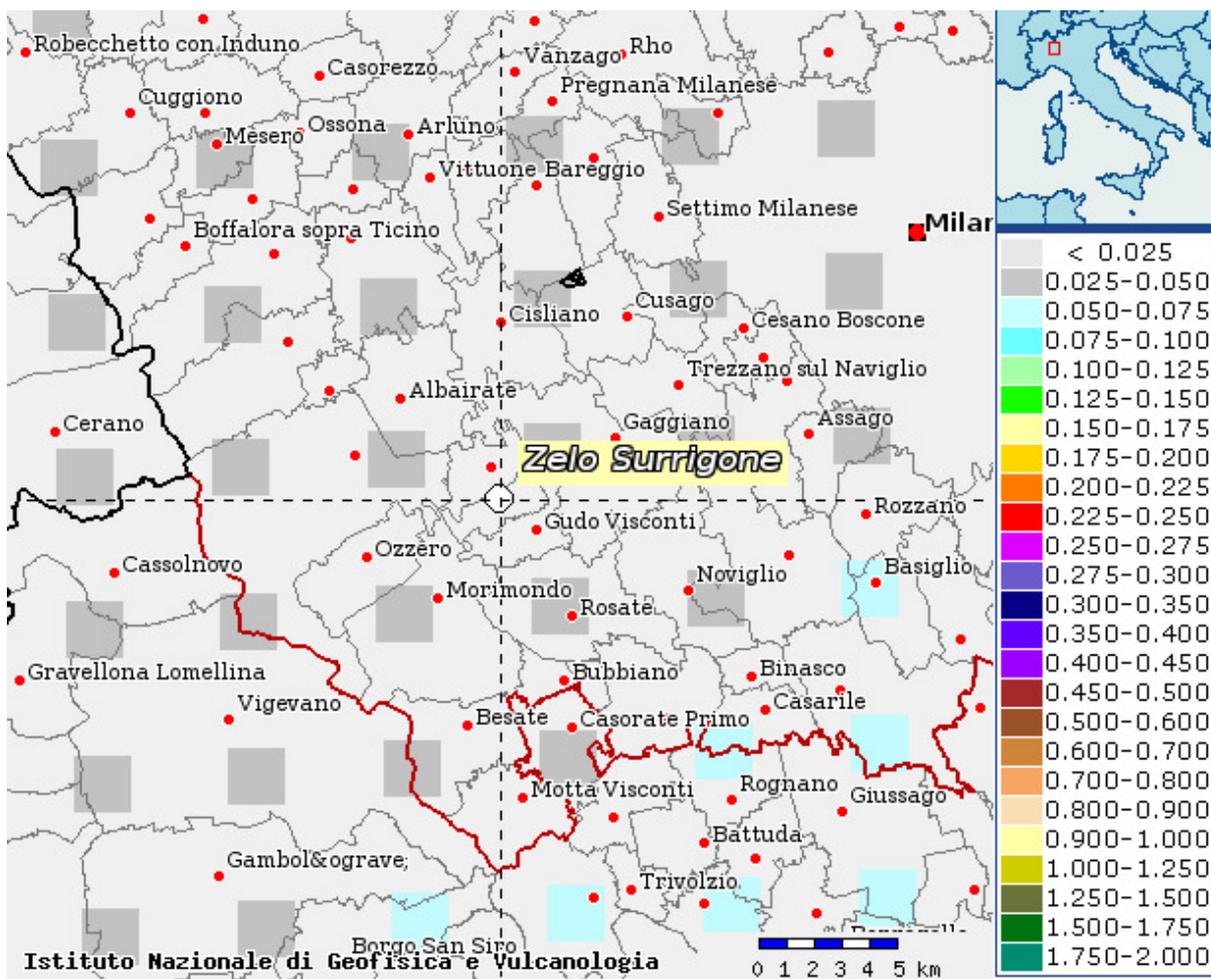
$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{VR})$$

Le tabelle dell'allegato B riportano i valori dei parametri a_g , F_O , T_{C^*} relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento (pubblicati anche sul sito INGV).

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p (a_g , F_0 , T_{C^*}) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto (come indicato nell'Allegato A al D.M. 14/01/08) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

La pericolosità sismica di base dell'area di studio viene espressa in funzione dell'accelerazione orizzontale massima a_g , nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, come riportato nella figura seguente (tratta dalla pagina dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Si sottolinea che l'accelerazione orizzontale massima a_g in queste mappe è espressa come frazione dell'accelerazione di gravità (g); nelle tabelle dell'allegato B invece essa non è espressa come frazione di g , pertanto, assumendo come valore di g una cifra pari a circa 10 (esattamente 9.81 m/s^2) i valori di a_g riportati sulle mappe differiscono di circa 1 ordine di grandezza da quelli riportati nelle tabelle.



Le coordinate del centro del comune di Zelo Surrigone (considerato il centro della mappa soprariportata) sono: Latitudine = 45.389, Longitudine = 8.98. Di seguito si riportano le coordinate dei quattro nodi di riferimento utilizzabili per la definizione dei valori dei parametri p (a_g , F_o , T_{c^*}) all'interno del territorio del comune di Zelo Surrigone:

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 12479	Latitudine: 45,3990	Longitudine: 8,9368
Sito 2 ID: 12480	Latitudine: 45,4016	Longitudine: 9,0078
Sito 3 ID: 12702	Latitudine: 45,3517	Longitudine: 9,0116
Sito 4 ID: 12701	Latitudine: 45,3491	Longitudine: 8,9407

Nel seguito si definiscono i parametri che permettono di definire gli spettri di risposta, per ciascuno dei nodi soprariportati e per i periodi di ritorno indicati, così come esposto nelle tabelle dell'Allegato B.

Sito 1 ID: 12479			
Tr	a_g	F_o	T_{c^*}
30	0,168	2,54	0,16
50	0,209	2,51	0,19
72	0,243	2,58	0,20
101	0,276	2,59	0,21
140	0,307	2,61	0,22
201	0,341	2,63	0,24
475	0,424	2,66	0,29
975	0,509	2,74	0,30
2475	0,621	2,85	0,32

Sito 2 ID: 12480			
Tr	a_g	F_o	T_{c^*}
30	0,174	2,54	0,16
50	0,218	2,52	0,19
72	0,254	2,58	0,20
101	0,287	2,59	0,21
140	0,319	2,60	0,22
201	0,353	2,63	0,24
475	0,444	2,67	0,28
975	0,532	2,72	0,30
2475	0,655	2,85	0,32

Sito 3 ID: 12702			
Tr	ag	Fo	Tc*
30	0,179	2,54	0,16
50	0,226	2,52	0,19
72	0,262	2,59	0,20
101	0,297	2,58	0,22
140	0,330	2,60	0,23
201	0,366	2,62	0,25
475	0,466	2,65	0,28
975	0,558	2,70	0,30
2475	0,696	2,81	0,32

Sito 4 ID: 12701			
Tr	ag	Fo	Tc*
30	0,172	2,54	0,16
50	0,216	2,51	0,19
72	0,252	2,58	0,20
101	0,285	2,58	0,21
140	0,317	2,60	0,23
201	0,353	2,62	0,25
475	0,443	2,66	0,28
975	0,531	2,71	0,30
2475	0,654	2,84	0,32

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento indicate nella tabella 3.2.II, di cui al punto 3.2.2 *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*, capitolo 3 *Azioni sulle costruzioni* del D.M. 14/01/2008.

Sono state definite cinque classi di terreni (A, B, C, D, E) identificabili in base ai valori della velocità equivalente V_{S30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica N_{SPT} nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente c_{U30} nei terreni prevalentemente a grana fine.

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} 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 V_{S30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{SPT} > 50$ o coesione non drenata $c_U > 250$ 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 V_{S30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_U < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_U < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di V_{S30} simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

Sulla base dei dati geotecnici raccolti per il presente studio, si può supporre che i terreni costituenti il sottosuolo del comune di Zelo Surrigone, per una profondità di 30 m dal p.c., possano rientrare per esempio nel profilo stratigrafico individuato con la lettera D ovvero: Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_U < 70$ kPa).

Si sottolinea che la presente valutazione è stata effettuata sulla base di dati stratigrafici di sondaggio e dati geotecnici vari; in fase progettuale, per una corretta valutazione dell'azione sismica di sito, sarà necessario calcolare la velocità di propagazione delle onde S (oppure eseguire prove N_{SPT}) nei primi 30 m dell'area di studio.

Condizioni topografiche

Il territorio comunale di Zelo Surrigone presenta configurazioni superficiali semplici, pertanto è possibile adottare la classificazione riportata in tabella 3.2.IV, di cui al punto 3.2.2 *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*.

Sulla base dei dati topografici disponibili e riportati in cartografia, il territorio del comune di Zelo Surrigone rientra generalmente nella categoria T1 ovvero *Superficie pianeggiante, pendii isolati*

con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ (nelle presenti considerazioni non si tiene conto di situazioni topografiche particolari ma si fa un'analisi media delle aree urbanisticamente fruibili del territorio comunale).

Valutazione dell'azione sismica

Ai fini delle NTC l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali (X e Y) e una verticale (Z) da considerare tra di loro indipendenti e ortogonali. Nelle Zone 3 e 4 la componente verticale non viene considerata.

Le due componenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerata, lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned} 0 \leq T \leq T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot [T/T_B + (1/\eta \cdot F_0) \cdot (1 - T/T_B)] \\ T_B \leq T \leq T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\ T_C \leq T \leq T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot (T_C/T) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot (T_C T_D / T^2) \end{aligned}$$

dove:

T periodo di vibrazione;

S_e accelerazione spettrale orizzontale;

S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione: $S = S_S \cdot S_T$;

η fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5% mediante la relazione: $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55$, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

T_C periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante: $T_C = C_C \cdot T_C^*$;

T_B periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante: $T_B = T_C / 3$;

T_D periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 \cdot (a_g / g) + 1.6$

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite al punto 3.2.2 del D.M. 14/01/2008, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata

attraverso il coefficiente stratigrafico S_S , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_C che modifica il valore del periodo T_C .

Amplificazione stratigrafica

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_{C^*} relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tabella 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Per il comune di Zelo Surrigone, sicuramente non ricadente in categoria A, si possono applicare le seguenti espressioni:

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$$

$$C_C = 1.05 \cdot (T_{C^*})^{-0.33}$$

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in tabella 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche.

Per il comune di Zelo Surrigone, caratterizzato da topografia di categoria T1 (vedasi paragrafo Condizioni topografiche), si può applicare il seguente coefficiente di amplificazione topografica:

$$S_T = 1.0.$$

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

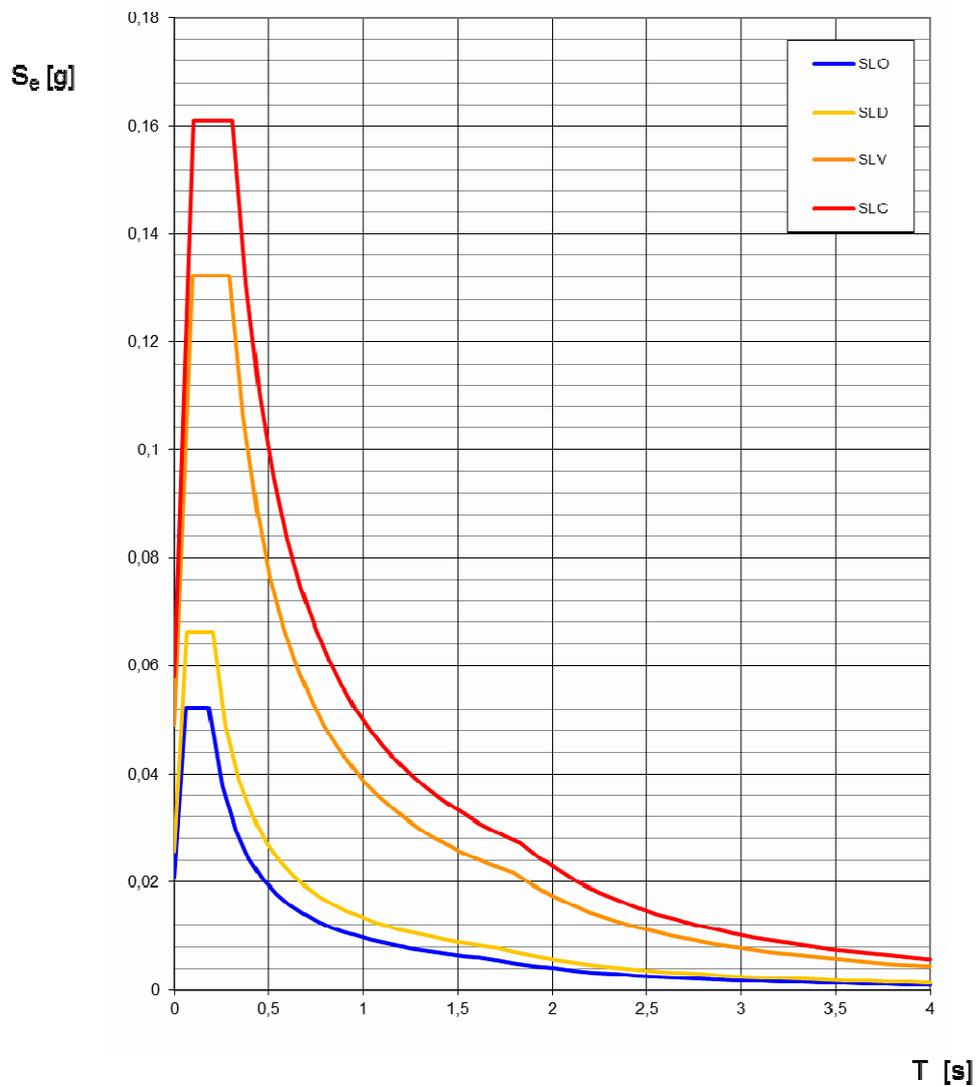
In fase progettuale occorre definire puntualmente le azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenenti l'area di studio, adottando come pesi gli inversi delle distanze dal punto di studio ai vertici considerati. Preventivamente è necessario definire le caratteristiche progettuali della struttura da realizzare (come sopra riportato): il tipo di opera, la sua vita nominale, la sua classe d'uso, il suo coefficiente d'uso, la sua vita di riferimento, ecc.

Utilizzando uno specifico software sperimentale denominato *Spettri-NTCver.1.0.3* (fonte: *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*), è possibile determinare l'azione sismica di progetto per qualsiasi punto del territorio nazionale, inserendo le coordinate del punto di studio e le caratteristiche di risposta sismica locale; si può visionare lo spettro di progetto (componente orizzontale e componente verticale), lo spettro elastico di riferimento ed i parametri che permettono di definirlo.

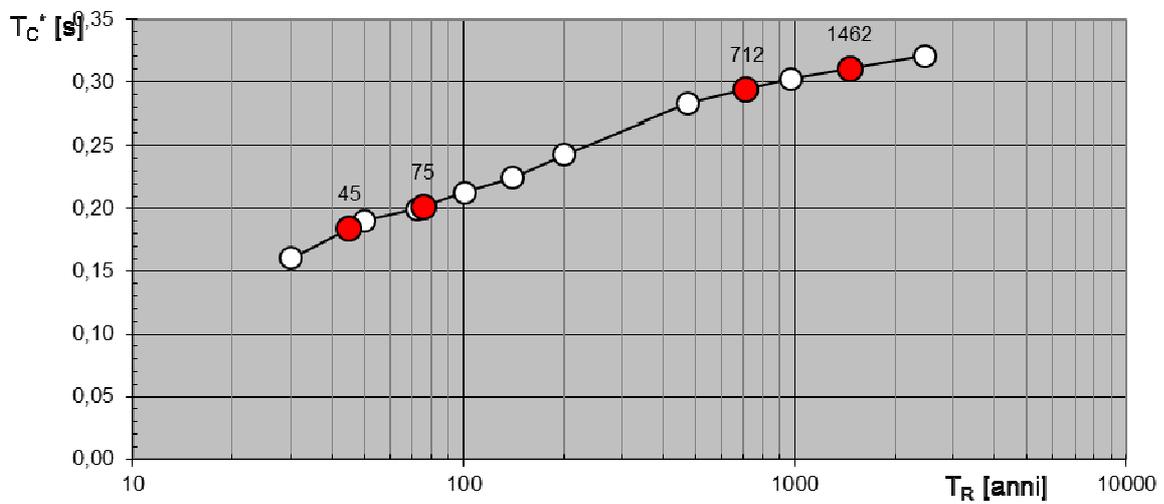
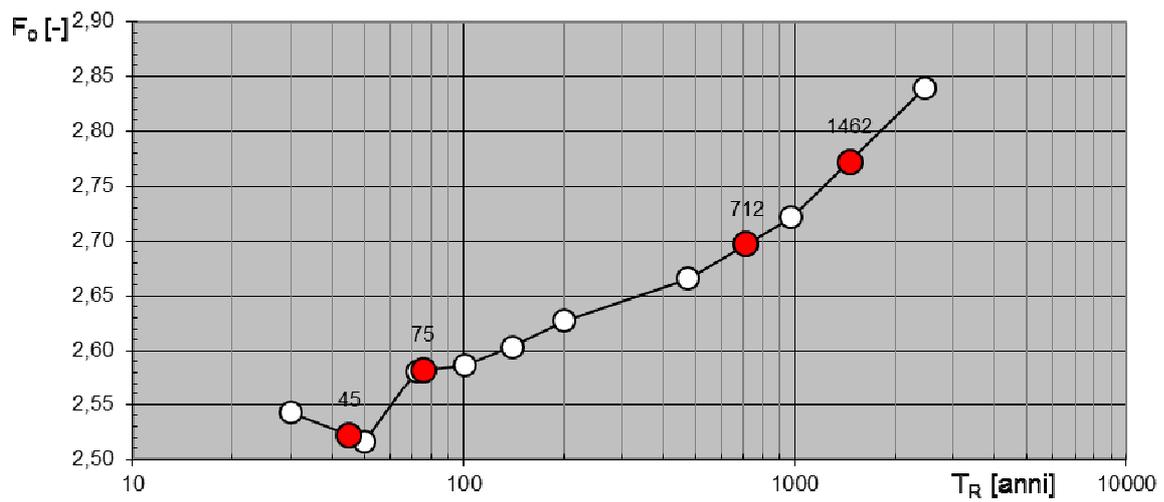
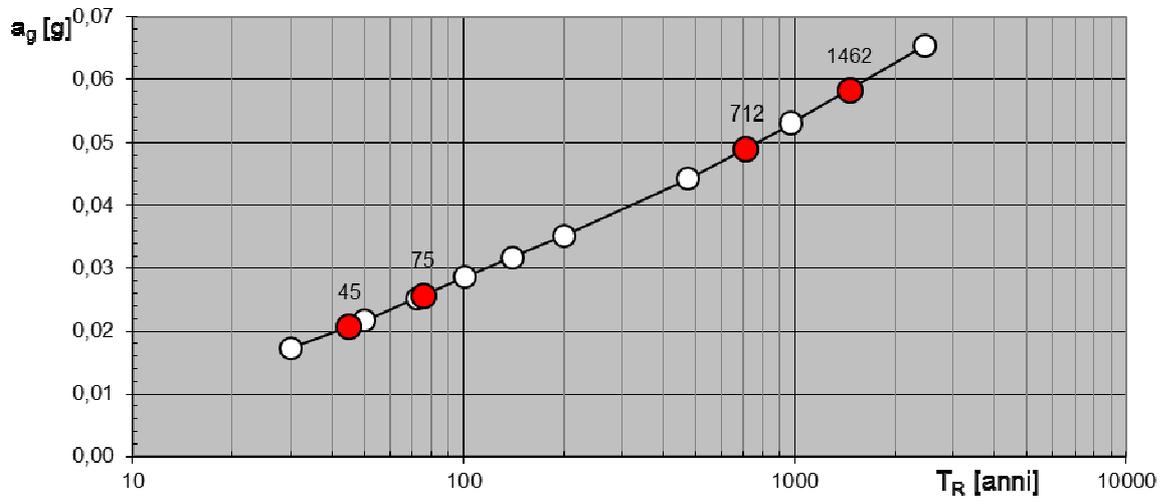
Di seguito si riportano come esempio alcuni grafici e tabelle tratti da detto software, calcolati per opere strutturali di tipo 2, aventi vita nominale $V_N \geq 50$ anni e coefficiente d'uso della costruzione C_U pari a 1.5 (corrispondente alla classe d'uso III).

Si ricorda che in fase progettuale tutte queste ipotesi andranno verificate e tarate sul progetto definitivo.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



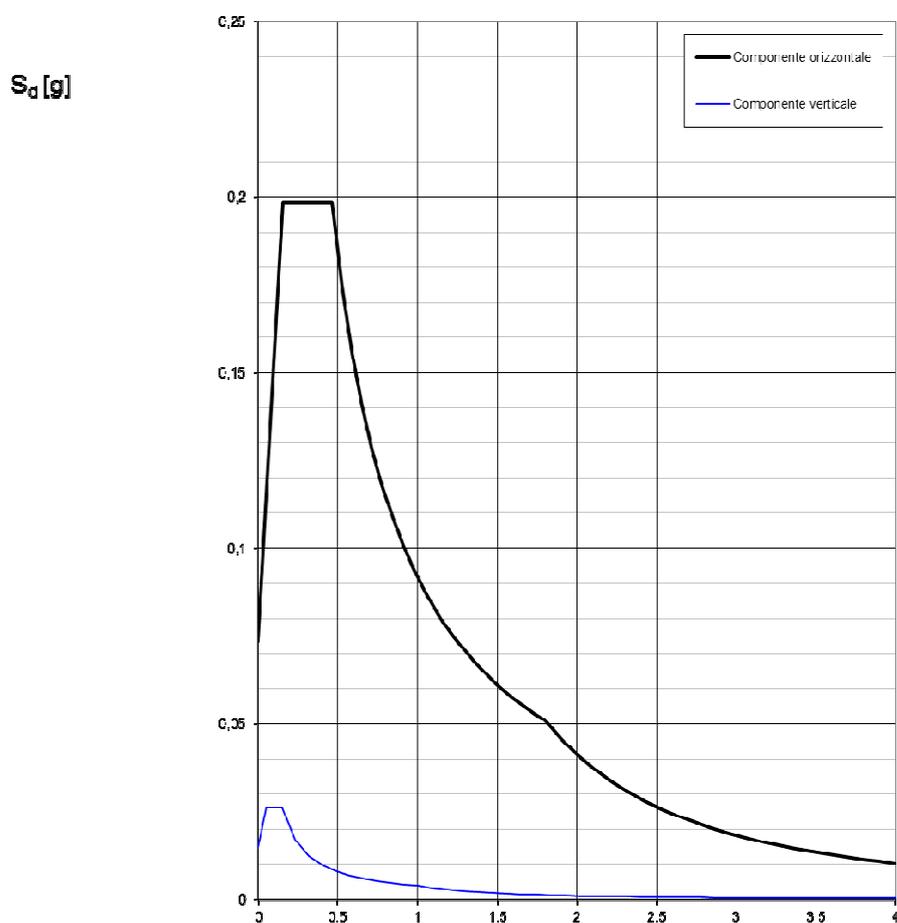
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R	a_g	F_o	T_C^*
	[anni]	[g]	[-]	[s]
SLO	45	0,021	2,521	0,184
SLD	75	0,026	2,582	0,201
SLV	712	0,049	2,697	0,294
SLC	1462	0,058	2,772	0,310

Di seguito si riportano, in maniera indicativa, i grafici degli spettri di risposta calcolati per il territorio del comune di Zelo Surrigone ipotizzando categoria di sottosuolo D, categoria topografica T1 e corrispondente coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1, per edifici con $V_N \geq 50$ anni, C_U pari a 1.5 (classe d'uso III):

- per probabilità di superamento del 10% cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente nello stato limite (ultimo) di salvaguardia della vita SLV (come riportato nella tabella 3.2.I del D.M. 14/01/08)
- per probabilità di superamento del 63% cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente nello stato limite (di esercizio) di danno SLD (come riportato nella tabella 3.2.I del D.M. 14/01/08)

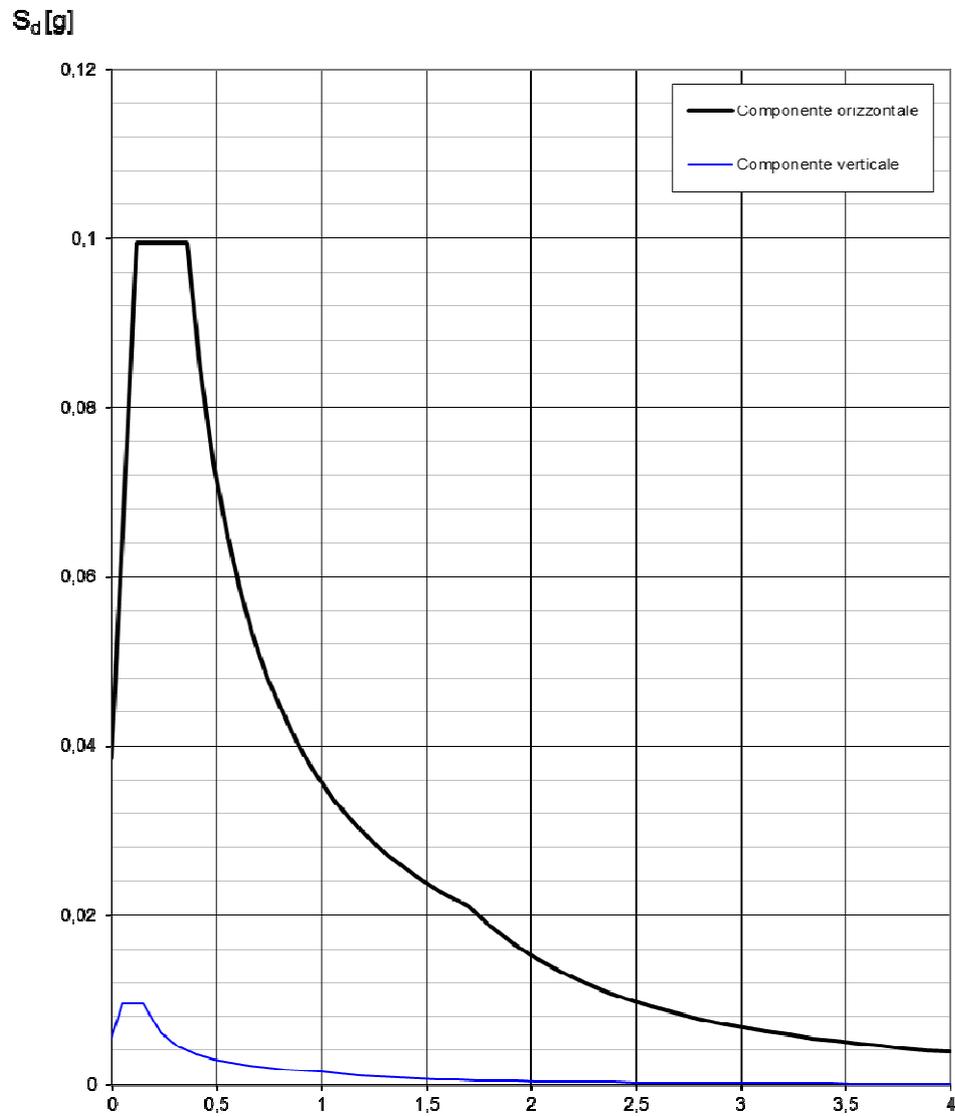
riferiti ad uno smorzamento convenzionale ξ del 5% (quindi con fattore η pari a 1) e fattore q_0 pari a 3.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

Per azione sismica agente nello SLV (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni - periodo di ritorno pari a 712 anni) quindi si avrà:

T [s]

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,049 g
F_o	2,697
T_C	0,294 s
S_S	1,500
C_C	1,573
S_T	1,000
q	1,000
S	1,500
h	1,000
T_B	0,154 s
T_C	0,462 s
T_D	1,796 s

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite:

Per azione sismica agente nello SLD (con probabilità di superamento del 50% in 50 anni - periodo di ritorno pari a 75 anni) quindi si avrà:

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,026 g
F_o	2,582
T_C	0,201 s
S_S	1,500
C_C	1,782

S_T	1,000	
q	1,000	
S	1,500	
h	1,000	
T_B	0,120	s
T_C	0,359	s
T_D	1,703	s

Per gli stati limite di esercizio si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q unitario.

Per gli stati limite ultimi si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q maggiore dell'unità. Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto au/a_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

3.2 NORMATIVA REGIONALE

D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003

La Regione Lombardia con D.G.R. n. 14964 del 7/11/03 prende atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata ordinanza 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono in zona 2, zona 3 ed in zona 4 esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003.

Essi sono di seguito brevemente elencati (per completezza, si veda l'elenco riportato nel sopracitato provvedimento):

1) 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

2) 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.

D.G.R. n. 9/2616 del 30 novembre 2011

Per l'analisi della pericolosità sismica di tutto il territorio comunale si è fatto riferimento all'Allegato 5 (Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio) della D.G.R. n. 9/2616/2011 *Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566.*

Tale allegato illustra la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale che prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

- ⇒ 1° livello, riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche sia di dati esistenti
- ⇒ 2° livello, caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima di risposta sismica nei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa)
- ⇒ 3° livello, definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni.

Prevede l'assegnazione dello scenario di pericolosità sismica locale (PSL) del territorio in base alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche, secondo quanto riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. n. 9/2616/2011, tramite la redazione della Carta della pericolosità sismica locale.

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 fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche

Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

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

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Casse di PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	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 (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2– livello di approfondimento 3°

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

In riferimento alle diverse situazioni tipo, riportate nella suddetta tabella, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale – PSL) si effettua l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e conseguentemente dei successivi livelli di approfondimento necessari.

All'interno delle aree classificate come scenario Z1 o Z2 non è necessario realizzare l'analisi di 2° livello ma si passa immediatamente all'analisi di 3° livello.

All'interno delle aree classificate come scenario Z3 o Z4, si potrà realizzare (nei casi sotto riportati) l'analisi di 2° livello e, conseguentemente ai suoi risultati, si potrà realizzare (dove necessario) l'analisi di 3° livello in fase progettuale.

Lungo le aree classificate come scenario Z5 non è necessaria la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzione 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.

Il secondo livello è obbligatorio in fase pianificatoria:

- per i comuni ricadenti in zona sismica 4, negli scenari PSL Z3 e Z4 nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/03;
- per i comuni ricadenti in zona sismica 2 o 3, negli scenari PSL suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4) se interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Il 2° livello permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone Z3 e Z4), di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici.

La procedura di analisi di 2° livello messa a punto per la D.G.R. 9/2616/2011 fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Il terzo livello è obbligatorio in fase progettuale:

- ⇒ nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale;
- ⇒ per i comuni ricadenti in zona sismica 4, negli scenari PSL Z1 e Z2 nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/03;
- ⇒ per i comuni ricadenti in zona sismica 2 o 3, negli scenari PSL caratterizzati da effetti di instabilità (Z1), cedimenti e/o liquefazione (Z2);
- ⇒ per 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.

Il 3° livello permette sia la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi per le sole aree in cui la normativa nazionale risulta inadeguata, sia la quantificazione degli effetti di instabilità dei versanti (zone Z1) e dei cedimenti e/o liquefazioni (zone Z2).

Dovranno essere progettati adottando criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008, definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello tutte le strutture di cui all'Allegato A (Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale) del D.D.U.O. 19904 del 21 novembre 2003 *Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003*, ovvero edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile (*punto 1. Edifici ed opere strategiche*), edifici ed opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (*punto 2. Edifici ed opere rilevanti*).

3.3 SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI

Nell'ambito del territorio comunale di ZELO SURRIGONE, l'analisi 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.

Nell'**ALLEGATO 2 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE** - viene riportata l'individuazione delle situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali.

In particolare, nel territorio comunale si distinguono le seguenti situazioni tipo così caratterizzate:

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Effetti	Classe di pericolosità sismica locale	Ambito territoriale interessato
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti e con falda sub-superficiale	Cedimenti e/o liquefazioni	H2 – livello di approfondimento 3°	Estese porzioni del territorio comunale, rispettivamente in posizione orientale e centro-occidentale, contraddistinte da terreni a granulometria fine prevalente e falda acquifera prossima al p.c.
Z4a	Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°	La restante porzione di territorio afferente al Livello fondamentale della Pianura, cui vengono ascritti terreni essenzialmente granulari.

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

Z2 – Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti

Corrisponde a due estesi settori di territorio rispettivamente al margine Orientale e centro-Occidentale del Comune, appartenenti all'ambito morfologico del livello fondamentale della pianura.

Sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili, in tali settori sono presenti terreni a granulometria fine prevalenti, a comportamento coesivo ed in costanti condizioni di saturazione. L'ambito in esame è contraddistinto da un delicato equilibrio delle condizioni idrologiche ed idrauliche, in cui la falda sotterranea, estremamente superficiale, si trova in condizioni di mutua comunicazione e scambio con il regime superficiale delle acque. Il grado di consistenza e di addensamento dei terreni superficiali è teoricamente molto bassa.

Z4a - Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Lo scenario Z4a viene ascritto a tutta la porzione centro-orientale del territorio in studio ed è costituita essenzialmente da depositi fluvio-glaciali wurm (o diluvium recente).

In corrispondenza di quest'area si possono verificare effetti di amplificazioni sismica legati alla natura litologica dei terreni, che può variare da sabbioso-limosa a sabbioso-ghiaiosa, con tendenziale riduzione della granulometria da nord verso sud.

Sulla base di quanto sopra, all'interno dello scenario Z4a si possono riconoscere terreni caratterizzati da parametri geotecnici diversi; essi, dal punto di vista normativo, vengono raggruppati nello stesso scenario di pericolosità sismica della classe dei depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali. Ciò nonostante la differenza delle caratteristiche geotecniche comporta una risposta sismica, in termini di amplificazione degli effetti, che può essere diversa.

3.3.1 Approfondimenti ulteriori

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 perché ritenuti non sismici) ai quali appartiene il Comune di ZELO SURRIGONE, la normativa regionale prevede l'applicazione dei livelli successivi al 1°, secondo lo schema seguente:

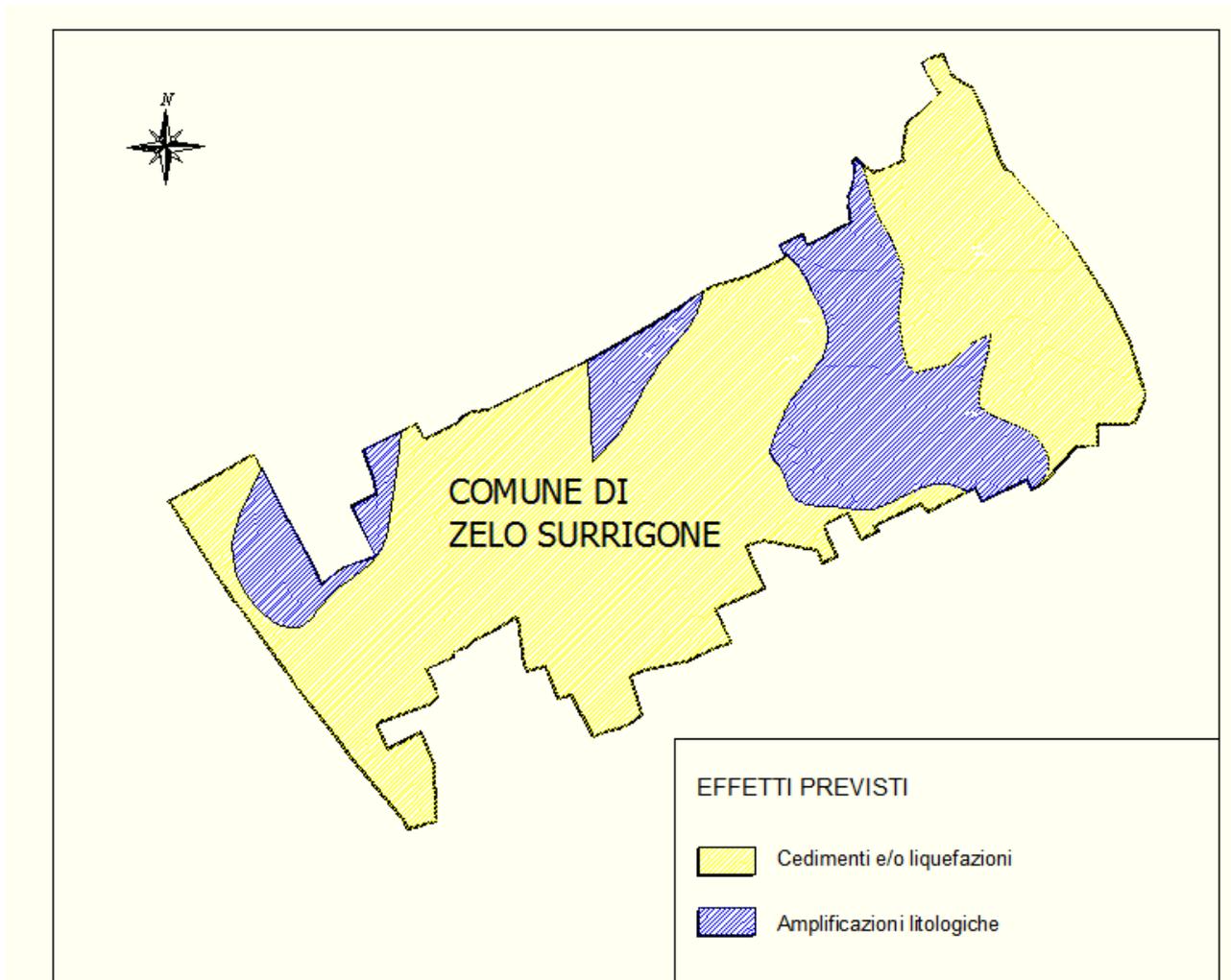
	livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- nelle aree indagate 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

Sulla scorta di quanto sopra, gli scenari sismici individuati con la sigla Z4 sono obbligatoriamente da assoggettarsi ad approfondimento di 2° Livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011. Tale approfondimento porta alla verifica del valore del Fattore di Amplificazione e riguarda tutte le aree che saranno interessate dalla costruzione di edifici strategici e/o rilevanti, come indicato del d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003.

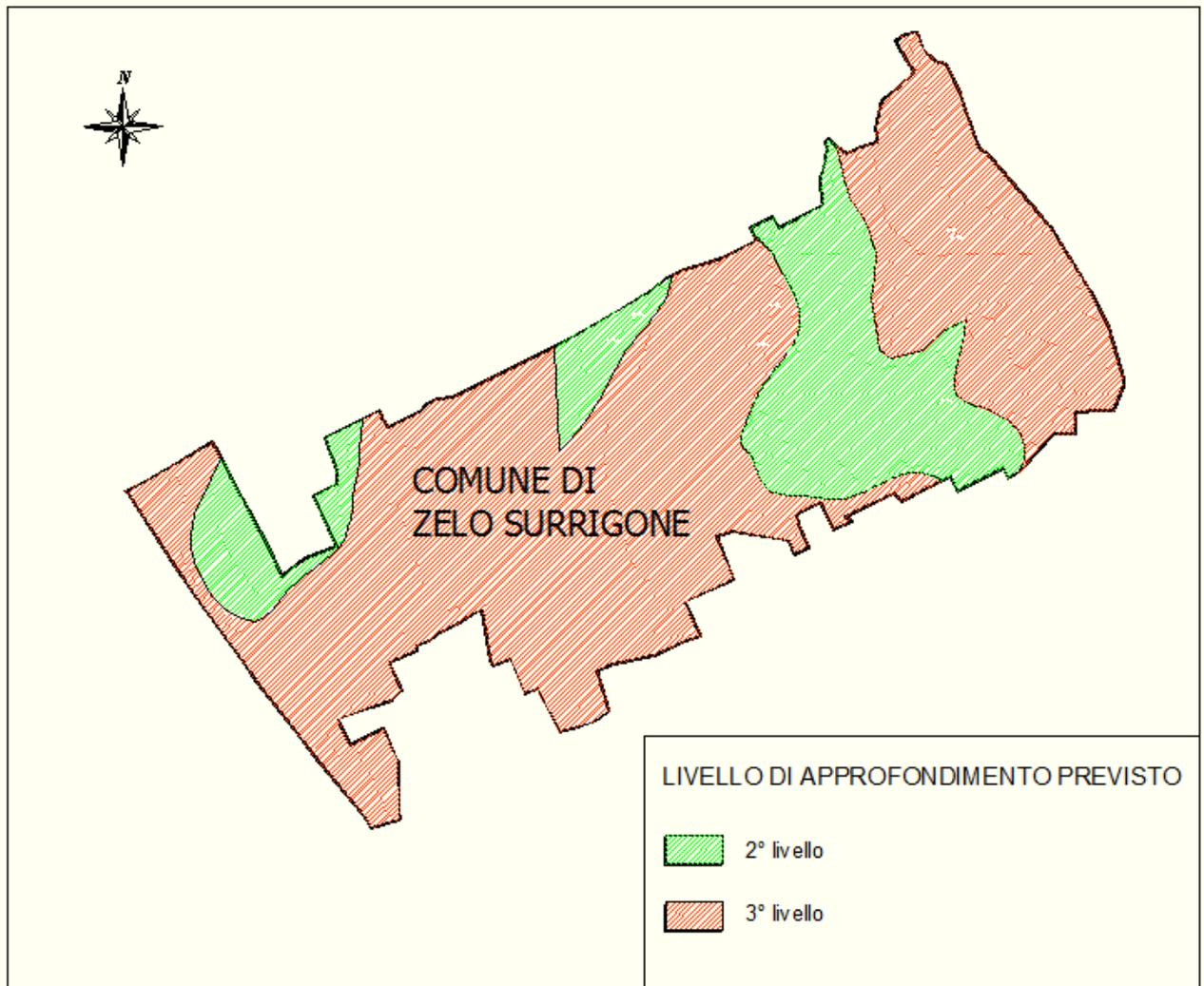
Gli scenari Z2 sono invece assoggettati ad approfondimenti di 3° Livello in fase progettuale, sempre per edifici strategici e rilevanti. Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non

edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

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



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



4. FASE DI VALUTAZIONE

I risultati delle indagini svolte nell'ambito delle analisi GEOLOGICO-TECNICA, IDROGRAFICA, IDROGEOLOGICA, SISMICA e dell'ATTIVITA' ANTROPICA riportati nei precedenti paragrafi, sono stati riepilogati in ALLEGATO 4 - CARTA DI SINTESI, che fornisce un quadro riassuntivo dello stato del territorio per le valutazioni diagnostiche.

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

CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITA' ANTROPICA

AREE DI SALVAGUARDIA PER I POZZI AD USO POTABILE

VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE

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

4.1 CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

Il complesso delle indagini eseguite nel territorio comunale, coadiuvate dall'analisi della letteratura in materia, dei database disponibili (SIT Regionale) ed integrate dalla caratterizzazione pedologica dei terreni tramite l'analisi delle unità cartografiche riferite alla pubblicazione "Suoli e paesaggi della provincia di Milano" edita da ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste) 2004, ha consentito di individuare QUATTRO differenti litotipi descritti nei precedenti paragrafi; essi sono:

- (A) Terreni a prevalente granulometria Ghiaiosa/Sabbiosa con ghiaia (colore giallo)
- (B) Terreni a prevalente granulometria Argillosa con sabbia/Limosa-sabbiosa (colore verde)
- (C) Terreni a prevalente granulometria Ghiaiosa con limo/Argilla sabbiosa (colore arancione)
- (D) Terreni a prevalente granulometria Sabbiosa e limosa (colore rosa)

Dal punto di vista geotecnico-ingegneristico, i litotipi soprariportati sono stati raggruppati nelle seguenti due categorie.

Terreni con qualità portanti MEDIOCRI - litotipo (A)

Si riferiscono alla porzione di territorio in posizione Centro-Orientale del Comune ascrivibile al livello fondamentale della pianura con intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale: sono le principali depressioni e testate legate ai fontanili con presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna con suoli sviluppatasi su substrati limoso-sabbiosi con ghiaia, non calcarei. Tali superfici presentano pendenza media del 0,1%.

Sono contraddistinti da ghiaia e sabbia con ghiaia con scarsa matrice fine (passante al setaccio ASTM n. 200 <15%) non plastica. Si tratta di un complesso di terreni dotati di mediocri caratteristiche geotecniche.

L'assetto geologico-tecnico è compatibile con quello di terreni da granulari sciolti a debolmente coesivi, con stato di consistenza da sciolto a moderatamente addensato. Caratteristiche geotecniche mediocri; permeabilità media.

Terreni con qualità portanti da MEDIOCRI a SCADENTI - litotipi (B), (C) e (D)

Si riferiscono alle porzioni di territorio Orientale, centrale e, parzialmente, Occidentale del Comune, contraddistinte da intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive; si tratta di superfici subpianeggianti che presentano una pendenza media del 0,1%, interposte fra le principali linee di flusso e le zone più stabili con substrati sabbioso limosi con ghiaia.

Sono contraddistinti da depositi sciolti prevalentemente limosi, sabbioso-argillosi talora con ghiaia, a comportamento non plastico o mediamente plastico.

L'assetto geologico-tecnico si riferisce a terreni incoerenti sciolti, coesivi, con stato di consistenza da molto sciolto a localmente mod. addensato in profondità. Le caratteristiche geotecniche sono da mediocri a scadenti; permeabilità medio-bassa.

Dal quadro riepilogativo soprariportato, emerge come i terreni a maggiore composizione limoso-argilloso-sabbiosa (B, C e D), riferiti alle zone Orientale, centrale e localmente Occidentale del Comune, siano caratterizzati da omogenei caratteri geotecnici e valori di permeabilità.

In via cautelativa, le caratteristiche sopraesposte si attribuiscono anche al Litotipo a prevalente granulometria sabbioso-ghiaiosa (A), nonostante le condizioni granulometriche maggiormente orientate verso terreni coerenti potrebbero far propendere per caratteristiche di permeabilità e di portanza migliori rispetto ai primi citati.

Pertanto, sul territorio comunale dal punto di vista costruttivo-ingegneristico, anche in considerazione della ridotta soggiacenza della falda acquifera, si prescrive:

- ⇒ in fase progettuale, valutazione delle condizioni geomeccaniche dei terreni oggetto d'intervento, mediante idonea indagine geotecnica da redigere a cura di tecnico abilitato, ai sensi della vigente normativa in materia, sia per i nuovi edifici / infrastrutture (strade, ponti, gallerie, ecc.) / sottoservizi (fognature, acquedotti, cavidotti sotterranei, ecc.), sia per gli eventuali ampliamenti/rifacimenti degli esistenti, siano essi di tipologia pubblica o privata;
- ⇒ fatto salvo quanto sopra, determinazione della locale soggiacenza del livello acquifero superficiale, al fine di evitare l'interferenza delle strutture fondali degli edifici/interventi con lo spessore di terreno soggetto a periodica oscillazione della falda.

4.2 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA

Rete fognaria: La rete fognaria comunale presenta una discreta distribuzione dei propri collettori sull'area urbana. In ALL. 4 viene rappresentata la rete fognaria comunale, essenzialmente mista, accanto ad alcuni tratti di recente realizzazione con sdoppiamento in reti nere e bianche (meteoriche).

Cimitero: L'area cimiteriale comunale si ubica a Sud dell'abitato, in prossimità del tracciato della Strada Provinciale n. 30.

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

Aree di rispetto del pozzo ad uso idropotabile: la captazione a servizio dell'acquedotto è ubicata in località Cascina Maggiolina (pozzo n. 25 – C.A.P. Holding S.p.A.). Per essa è vigente un'area di tutela assoluta (raggio 10m) nell'ambito della quale è vietata qualsiasi attività od insediamento; esternamente a questa, si estende una superficie dei rispetto che nella fattispecie è delimitata con criterio temporale all'interno della quale le attività sono disciplinate dal D.Lgs. 152/2006 – art. 94 – e dalla DGR 10.04.2003 n. 7/12693 “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano”.

In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;

- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. É comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

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.

Impianto di depurazione: il depuratore comunale si ubica al margine meridionale del paese e provvede al trattamento delle acque reflue convogliate dai diversi collettori allacciati alla rete fognaria comunale sia di Zelo Surrigone che di Vermezzo

Dalla relazione redatta dal gestore (C.A.P. Holding) nel 2009, emerge come il recente incremento della dimensione dell'abitato ha portato a sovraccaricare l'impianto esistente sia da un punto di vista di carico idraulico che di carico biologico. L'impianto è composto da due linee di processo uguali tra loro, composte ciascuna dalle seguenti fasi di trattamento: grigliatura, disabbatura, ossidazione totale, sedimentazione e disinfezione. Ogni linea è inoltre dotata di comparto di ispessimento e di digestione aerobica dei fanghi.

4.3 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

La valutazione del grado di VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA del territorio è riferita ad un unico ambito principale così definito (ALLEGATO 1 – CARTA DEI CARATTERI GEOLOGICO-TECNICI):

Settore di pianura a deposizione wurmiana

- soggiacenza media: < 5,00m dal p.c.
- grado di permeabilità: da MEDIO a MEDIO-BASSO

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 superficiale del suolo e substrato pedogenetico:

nel settore di pianura, in virtù della natura litologica dei depositi più superficiali, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi solo debolmente alterati in superficie, il grado di permeabilità è compreso tra valori MEDI e MEDIO-BASSI.

presenza di eventuali orizzonti superficiali a bassa permeabilità:

Nell'ambito dell'area a dominio wurmiano 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 semiquantitativa 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 del 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:

- definizione delle caratteristiche litologiche, idrogeologiche e idrogeochimiche del territorio in esame;
- definizione ed eventuale rappresentazione nell'area considerata dei soli parametri di tipo fisico e individuazione dei diversi livelli di vulnerabilità naturale attribuibile a differenti settori;
- rappresentazione dei fattori antropici a potenzialità inquinologica che insistono sull'area considerata;
- lettura incrociata dei dati rilevati e conseguente elaborazione della carta del rischio potenziale di contaminazione delle acque sotterranee.

Vulnerabilità naturale

La definizione della vulnerabilità naturale o intrinseca deriva dall'elaborazione di fattori idrogeologici naturali quali soggiacenza della falda, litologia del terreno non saturo, gradiente idraulico. In letteratura sono proposte diverse metodologie, fra queste si considera più consona alla situazione del sottosuolo di ZELO SARRIGONE 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:

<i>Tempo di arrivo</i>	<i>Vulnerabilità verticale</i>
>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:

<i>Velocità (km/anno)</i>	<i>Vulnerabilità orizzontale</i>
<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:

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

V_c = vulnerabilità complessiva

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

ta = 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, nell'area di pianura sopra distinta estesa complessivamente alla totalità del territorio comunale, è stata stimata una VULNERABILITA' COMPLESSIVA di entità MEDIO-ALTA.

A seguito dell'adozione del nuovo PTCP di Milano – in salvaguardia -, pubblicato sul BURL in data 11 luglio 2012, si recepiscono nel presente studio gli **obiettivi e gli indirizzi dell'art. 38** delle N.d.A. ed in particolare:

oltre ai macro-obiettivi dell'art. 3 ed agli obiettivi di cui all'art. 36 (a – prevenire il rischio idrogeologico e sismico, stabilizzare e consolidare i terreni; b – ripristinare gli equilibri idrogeologici ed ambientali, tutelare e valorizzare gli elementi geologici e geomorfologici del territorio provinciale; c – tutelare, risanare e valorizzare le risorse idriche superficiali e sotterranee ed i relativi ambiti al fine di impedire ogni forma impropria di utilizzo e di trasformazione; d – migliorare la qualità dei suoli e prevenire i fenomeni di contaminazione; e – limitare e razionalizzare l'apertura di nuovi poli estrattivi), costituiscono ulteriori obiettivi per il ciclo delle acque:

- a) prevedere soluzioni progettuali che regolino il deflusso dei drenaggi urbani verso i corsi d'acqua, anche individuando aree in grado di fermare temporaneamente le acque nei periodi di crisi e bacini multifunzionali fitodepuranti;
- b) prevedere, ove possibile, negli impianti di depurazione in progetto, l'adozione del trattamento terziario e di processi di fitodepurazione o di lagunaggio;
- c) promuovere il risparmio idrico, la distinzione delle reti di distribuzione in acque di alto e basso livello qualitativo e interventi di riciclo e riutilizzo delle acque meteoriche nei nuovi insediamenti.

Per il ciclo delle acque valgono i seguenti indirizzi:

- o negli ambiti di rigenerazione prevalente della risorsa idrica di cui alla Tav. 7 del PTCP, favorire l'immissione delle acque meteoriche nel reticolo idrico superficiale. Nelle eventuali trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali è necessario valutare le alterazioni al regime delle acque sotterranee e verificare i relativi effetti anche nelle aree limitrofe, eventualmente introducendo adeguati correttivi al progetto d'intervento;

- o negli ambiti degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata è necessario approfondire ed evidenziare la tematica della permeabilità dei suoli ed introdurre eventuali limitazioni o condizionamenti delle trasformazioni stesse.

Ciclo delle acque (art. 38)

Macrosistemi idrogeologici

-  Ambiti di rigenerazione prevalente della risorsa idrica
-  Ambiti di influenza del canale Villoresi
-  Ambiti di ricarica prevalente della falda
-  Ambiti degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata
-  Ambiti golenali
-  Pozzi pubblici



Estratto della Tavola 7 PTCP – giugno 2012

4.4 VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE

I vincoli di natura prettamente GEOLOGICA presenti sul territorio di ZELO SURRIGONE sono i seguenti (vedi ALLEGATO 3 – CARTA DEI VINCOLI DI CONTENUTO GEOLOGICO):

D.Lgs. 152/2006, art. 94 – successive modifiche ed integrazioni

Il vincolo si riferisce all'area di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi pubblici per uso potabile tuttora attivi (non cementati). Per definire le captazioni soggette a tali limitazioni, si è operato il censimento dei pozzi idrici presenti sul territorio comunale, che ha consentito di redigere l'elenco riportato in ALLEGATO 6. Per ogni pozzo vengono indicati:

- numero identificativo (corrispondente alla numerazione convenzionale)
- proprietà
- profondità
- anno di costruzione
- uso

Nell'ALLEGATO 7 è inoltre contenuta la SCHEDA per il censimento dei pozzi comunali secondo quanto previsto dalla DGR n. 9/2616/2011 - Allegato 9.

La captazione a servizio dell'acquedotto, ubicata in località Cascina Maggiolina (pozzo n. 25 – C.A.P. Holding S.p.A.), è soggetta alla normativa vigente in materia di pozzi ad uso idropotabile e, in particolare, presenta un'area di tutela assoluta che, ove possibile, deve avere un'estensione di raggio attorno alla captazione non inferiore a 10.0 m e deve essere adeguatamente recintata. Per il pozzo n. 25 è inoltre vigente l'area di rispetto definita secondo il criterio temporale. Le prescrizioni e le limitazioni d'uso del territorio all'interno di tali superfici sono regolamentate dal D.lgs. 152/2006 e dalla DGR n. 7/12693 del 10.04.2003.

Regolamentazione del Reticolo Idrografico Minore 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 alla determinazione del reticolo Idrico principale rimasto di competenza Regionale ed al trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo minore, ai sensi dell'Art. 3, comma 114 della L.R. 1/2000.

Con riferimento al Regolamento di polizia idraulica del Comune di ZELO SURRIGONE, previo parere della Sede Territoriale Regionale, la Roggia Ticinello Occidentale appartiene al reticolo idrografico principale in quanto ricompresa nell'ALLEGATO A della sopracitata D.G.R.

I seguenti reticolati sono invece stati classificati di proprietà e di competenza privata:

- Cavo Cantù

- Roggia Piona
- Roggia Moggio
- Roggia Cina
- Roggia Avogadro
- Cavo Cerro
- Cavo Lucini
- Cavo Beretta Cattaneo
- Cavo Sergino II
- Roggia Sant’Ambrogio
- Roggia Longona
- Roggia Mischia II
- Roggia Mischietta
- Cavo Gambirone
- Cavo Bernardello
- Roggia Leona
- Roggia Bergonza
- Colo Gambironetto

Per differenza, nel territorio in esame non sono presenti corsi d’acqua appartenenti al Reticolo idrico minore di competenza del Comune, né fontanili.

Per le attività di gestione è stato formulato apposito REGOLAMENTO al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento del caso. Ai sensi di quest’ultimo e delle normative vigenti in materia (R.D. n. 523/1904), viene conservata la fascia di inedificabilità assoluta con estensione di 10.0m sul Reticolo Principale.

Altri vincoli di natura ambientale presenti sul territorio di ZELO SURRIGONE sono i seguenti (vedi ALLEGATO 3):

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’area sottoposta a questo vincolo è rappresentata dall’asta principale del Canale Ticinello Occidentale.

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

Il vincolo riguarda "i territori coperti da boschi, ancorché 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.

Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Regionale Agricolo Sud Milano (D.G.R. n. 7/818 del 3.8.2000)

La gran parte del territorio comunale di Zelo Surrigone è inserito nel Parco Agricolo Sud Milano, costituito in prevalenza da territori agricoli di cintura metropolitana che, per la loro collocazione, compattezza e continuità e per l'alto livello di produttività, sono destinate all'esercizio ed alla conservazione delle funzioni agricolo produttive.

All'interno dei territori agricoli del parco, non assoggettati a piano di cintura urbana, il PTC individua la zona di tutela e valorizzazione paesistica, comprendente aree di particolare interesse e rilevanza paesistica per morfologia del suolo, densità dei valori ambientali, storici e naturalistici, in cui l'attività agricola contribuisce a mantenere e migliorare la qualità del paesaggio; fanno parte di tale zona anche aree in cui i caratteri del paesaggio agrario vanno valorizzati e rafforzati. Sono in tali ambiti privilegiati gli interventi di tutela, qualificazione e ricostruzione della rete irrigua, delle alberature di ripa, degli edifici rurali e il relativo reticolo storico di connessione. Il sistema dei navigli e dei corsi d'acqua, comprendenti anche il canale Muzza, il Ticinello, il canale Vettabbia ed i loro derivatori, le rogge provenienti dai fontanili ed i derivatori dei corsi d'acqua naturali, è interamente sottoposto a tutela in quanto parte integrante della struttura morfologica, del tessuto storico e paesistico e della infrastrutturazione agraria del territorio del Parco.

In particolare per quanto riguarda i Navigli, i grandi canali irrigui e, il Ticinello, va tutelata l'integrità dei manufatti storici ad essi relativi (alveo, strade alzaie, bocche di presa, chiuse, ponti ecc.) mediante interventi di restauro e ripristino. Gli enti competenti sono tenuti alla buona conservazione dei manufatti ed alla difesa da immissioni, contaminazioni ed in genere alterazioni delle acque e dei tracciati.

In assenza di un piano di settore navigli e canali, redatto ai sensi dell'art. 7, che definisca in modo più dettagliato l'ambito di pertinenza dei navigli e canali, è vietata l'edificazione in fascia di m. 100 dalle sponde.

Inoltre, il PTC del parco sottopone a conservazione attiva alcuni *corsi d'acqua minori* (derivatori dei navigli o rogge da fontanili), indicandoli con apposito segno grafico, per le particolari qualità paesistiche dello stesso corso d'acqua o dei territori attraversati; per questi elementi sono in particolar modo tutelati i tracciati storici, la naturalità delle sponde, i manufatti di derivazione o di superamento, i ponti; sono comunque escluse le opere di copertura, di intubamento, di rettifica o di impermeabilizzazione degli alvei.

All'interno del Parco, sono meritevoli di tutela gli *edifici rurali di interesse paesistico* per la loro posizione, le caratteristiche morfologiche e tipologiche e la presenza di elementi architettonici di rilievo. La disciplina che riguarda tali beni, che si integra con quanto contenuto nel rispettivo piano di settore, è demandata agli strumenti urbanistici comunali in particolare in attinenza a:

- interventi per usi agricoli sugli edifici esistenti;
- interventi di demolizione con o senza ricostruzione;
- nuovi interventi per usi agricoli;
- mutamenti anche parziali della destinazione agricola originaria;
- interventi di ristrutturazione urbanistica.

Le *marcite e i prati marcitori* all'interno del parco sono tutelate in funzione del loro valore di testimonianza della storia e per la loro importanza sotto il profilo naturalistico. Esse non possono essere eliminate senza l'autorizzazione dell'ente gestore del parco. Quest'ultimo incentiva il mantenimento, il ripristino o la formazione di nuove marcite in particolar modo nelle aree o loro adiacenze individuate come di grande interesse storico-monumentale.

5. NORME GEOLOGICHE DI PIANO

5.1 FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite e della relative elaborazioni cartografiche schematizzate nella CARTA DI SINTESI, 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 GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITA' ANTROPICA

AREE DI SALVAGUARDIA PER I POZZI AD USO POTABILE

VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE

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. 9/72616 del 30.11.2011, 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 5 - CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**.

Con apposito retino trasparente sono inoltre rappresentate le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dalla Carta di Pericolosità sismica (ALLEGATO 2).

CLASSE 1 (colore verde)

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 di ZELO SURRIGONE.

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 non viene ascritta alcuna porzione del territorio comunale di ZELO SURRIGONE

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:

⇒ estese porzioni di territorio comunale contraddistinte da **VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA MEDIO-ALTA** in virtù della ridotta soggiacenza della falda acquifera superficiale (1-2m dal p.c.). Tale caratteristica rende quest'ultima particolarmente esposta a potenziali fenomeni di inquinamento per infiltrazione di sostanze estranee dal suolo, oltre a potenziali compromissioni derivanti dai reciproci scambi con le acque superficiali (**Sottoclasse 3B**).

In aggiunta a quanto sopra, la **Sottoclasse 3A** è contraddistinta da **CARATTERISTICHE GEOTECNICHE da MEDIOCRI a SCADENTI** ai fini ingegneristici e dalla possibile presenza di falda **SUBAFFIORANTE** in grado di interferire con le strutture fondali degli edifici. Pertanto, ai fini della corretta progettazione, nell'ambito di tali settori e, prudentemente, nelle aree contermini, le condizioni geotecniche ed idrogeologiche dovranno essere valutate puntualmente indipendentemente

dall'importanza e dalle dimensioni dell'intervento, 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.).

Nel territorio in Classe 3, le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione dovranno essere valutate puntualmente in riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio.

In generale, dovrà essere applicato quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private. Le opere che verranno assoggettate alle NTC 2008 sono tutte quelle comprese nel termine "costruzione" così come definito dalle vigenti delibere Regionali.

In particolare, nel territorio in Classe 3 per le Opere strategiche e rilevanti elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003, ovvero 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, si dovranno approntare **analisi sismiche di 2°/3° LIVELLO** in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 9/2616/2011.

Con le presenti norme si stabilisce inoltre che l'analisi sismica di cui sopra dovrà essere redatta per qualsiasi intervento urbanistico-edilizio con superficie fondiaria superiore o uguale a 5.000 mq, indipendentemente dalla Classe di fattibilità geologica assegnata (si veda in proposito il successivo paragrafo 5.2 – Norme sismiche).

Per le Aree industriali dismesse o in via di dismissione, per le quali si prevede la trasformazione della destinazione d'uso, indipendentemente dalla Classe di Fattibilità assegnata, si ricorda che preventivamente al rilascio di eventuali autorizzazioni edilizie, dovranno essere richieste indagini ambientali preliminari per la verifica qualitativa del suolo e del sottosuolo ai sensi del D.lgs. 152/2006, succ. mod. ed integrazioni. In base ai risultati di tali indagini, sarà necessario attuare le conseguenti fasi di approfondimento quali: piano di caratterizzazione, messa in sicurezza e/o interventi di bonifica secondo le vigenti norme ambientali.

PRESCRIZIONI

DESTINAZIONI D'USO

In ambito urbano ed extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico, e più precisamente: in corrispondenza di aree non edificate, quando non previste destinazioni d'uso di tipo residenziale, artigianale o industriale, è auspicabile una destinazione agricola o ricreativo-fruttiva.

Nella **Sottoclasse 3A**, comprendente estese aree del territorio comunale in potenziale dissesto delle condizioni GEOTECNICHE ai fini ingegneristici per la presenza di terreni di qualità da mediocri a scadente e per la possibile presenza di falda SUBAFFIORANTE, le seguenti opere dovranno essere valutate puntualmente in riferimento alle specifiche condizioni idrogeologiche e geotecniche, con riferimento a quanto prescritto nel successivo paragrafo "Indagini e Studi":

- eventuali nuove edificazioni/costruzioni, anche di tipologia singola e privata,
- ampliamenti degli edifici/costruzioni esistenti (oltre agli interventi di demolizione e ricostruzione totale o parziale e interventi strutturali di consolidamento delle fondazioni),
- opere di interesse pubblico quali sedi di edifici pubblici, infrastrutture/costruzioni viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc.

Sia la Sottoclasse 3A che la Sottoclasse 3B sono contraddistinte da VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA MEDIO-ALTA, pertanto le eventuali nuove destinazioni artigianali o industriali dovranno essere preferibilmente di tipo non insalubre.

Nel caso, le eventuali destinazioni artigianali o industriali di tipologia insalubre dovranno essere possibilmente di limitato impatto sulle componenti ambientali (acque superficiali e sotterranee, suolo e aria) e saranno valutate puntualmente sulla scorta di specifica analisi di compatibilità ambientale da redigere a cura del proponente dell'intervento durante le fasi progettuali preliminare e definitiva.

Aree di rispetto del pozzo ad uso idropotabile: la captazione a servizio dell'acquedotto è ubicata in località Gascina Maggiolina (pozzo n. 25 – C.A.P. Holding S.p.A.). Per essa è vigente un'area di tutela assoluta (raggio 10m) nell'ambito della quale è vietata qualsiasi attività od insediamento (Classe di fattibilità geologica 4); esternamente a questa, si estende una superficie dei rispetto che nella fattispecie è delimitata con criterio temporale all'interno della quale le attività sono disciplinate dal D.Lgs. 152/2006 – art. 94 – e dalla DGR 10.04.2003 n. 7/12693 “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano”.

In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. É comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Mediante la DGR n. 7/12693 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.

INDAGINI E STUDI

Indagini geotecnico-idrogeologiche puntuali relativamente a nuovi interventi edificatori/costruzioni di cui alle tipologie sopraindicate ed agli ampliamenti, ricostruzioni e consolidamenti delle strutture/costruzioni esistenti (**Sottoclasse 3A**) per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, oltre che per la possibile presenza di falde subaffioranti o sospese. Si dovrà determinare, mediante specifica indagine da redigere a cura del richiedente, l'esatta profondità della superficie freatica e della frangia di periodica oscillazione al fine di stabilire la posizione delle strutture fondazionali.

Indipendentemente dalla Classe di Fattibilità geologica assegnata, le caratteristiche progettuali di qualsiasi opera edilizia da realizzare sul territorio comunale, saranno definite dal progettista dell'opera stessa e dal/dai committente/i con piena assunzione di responsabilità in merito alle risultanze degli approfondimenti di indagine obbligatori. Non sarà pertanto responsabilità diretta del Comune una eventuale scelta progettuale poco compatibile con la situazione territoriale ed ambientale del contesto (come per es. la realizzazione di edifici con piani al di sotto del piano campagna, indipendentemente dalle caratteristiche costruttive dell'intervento), né potranno essere richiesti al medesimo Ente eventuali risarcimenti derivanti da tali scelte.

Il/i Committente/i dell'opera, pertanto, fornirà/forniranno all'Amministrazione comunale apposita liberatoria che svincoli l'Ente da obblighi discendenti da scelte di cui sopra.

Indipendentemente dalla Classe di Fattibilità geologica assegnata, oltre a quanto sopraindicato in merito alle competenze geotecnico-idrogeologiche, per qualsiasi opera/costruzione da realizzare sul territorio comunale anche di tipologia singola, il Comune acquisisce dal

Committente/i apposita certificazione da redigere da Tecnico abilitato riguardante il corretto funzionamento del sistema di smaltimento dei reflui fognari e meteorici attinenti l'opera progettata anche in condizioni di piena.

Analisi di compatibilità ambientale relativamente ad eventuali interventi artigianali o industriali di tipo insalubre nell'ambito delle superfici contraddistinte da VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA MEDIO-ALTA (**Sottoclassi 3A e 3B**) da redigere a cura del proponente dell'intervento durante le fasi progettuali preliminare e definitiva. In tale contesto, si prenderanno in esame le prescrizioni e le cautele generali da adottare al fine della riduzione del rischio di contaminazione sulla componente idrografica sotterranea e superficiale, sul suolo e sull'aria.

Indipendentemente dalla Classe di fattibilità geologica assegnata, per le Aree industriali dismesse o in via di dismissione, per le quali si prevede la trasformazione della destinazione d'uso, si ricorda che preventivamente al rilascio di eventuali autorizzazioni edilizie, dovranno essere richieste indagini ambientali preliminari per la verifica qualitativa del suolo e del sottosuolo ai sensi del D.lgs. 152/2006, succ. mod. ed integrazioni. In base ai risultati di tali indagini, sarà necessario attuare le conseguenti fasi di approfondimento quali: piano di caratterizzazione, messa in sicurezza e/o interventi di bonifica secondo le vigenti norme ambientali.

Ovunque in Classe 3, si applica quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Per tutte le opere edilizie di nuova realizzazione (manufatti, edifici, costruzioni intese tali secondo la definizione della DGR Lombardia, infrastrutture tecnologiche, stradali, ecc.), fatto salvo quanto sopra indicato, è obbligatoria la relazione geologica e geotecnica; 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 e geotecnica a supporto della pratica edilizia per i seguenti casi:

- ampliamento del manufatto, costruzione o del fabbricato;
- demolizione totale o parziale con ricostruzione del manufatto/costruzione;
- interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti.

OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO In ambito urbano ed in ambito produttivo-terziario, completamento/potenziamento dei sistemi di collettamento e depurazione; eventuale allacciamento alla rete fognaria delle porzioni non ancora servite.

Sulla base delle risultanze degli studi/indagini di cui sopra, gli interventi compatibili con la Classe di Fattibilità 3 dovranno prevedere opere finalizzate alla eliminazione delle potenziali condizioni di dissesto geotecnico.

Opere e cautele generali finalizzate al contenimento della VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA e del potenziale rischio di contaminazione delle acque sotterranee (**Sottoclassi 3A e 3B**) sulla base delle risultanze dell'analisi di compatibilità ambientale sopra prescritta.

Quanto previsto dai risultati delle indagini condotte ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" 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 del territorio in studio vengono ascritte:

- ⇒ Le aree di pertinenza Fluviale interdette all'edificazione secondo il regolamento di Polizia Idraulica (con ampiezza di 10.0 m dalle sponde) individuate lungo l'asta del CANALE TICINELLO OCCIDENTALE (**Sottoclasse 4A**). Esse sono aree di demanio idrico appartenenti al Reticolo Idrografico Principale (ai sensi delle DGR n. 7/7868 del 25.01.2002 e n. 7/13950 del 01.08.2003) e dovranno esse mantenute a disposizione per gli eventuali interventi di manutenzione e/o regimazione, difesa idraulica.
- ⇒ L'area di tutela assoluta del POZZO PUBBLICO ad uso idropotabile (**Sottoclasse 4B**), individuate ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006, succ. mod. ed integrazioni.

Le caratteristiche geotecniche in Classe 4 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” per la pianificazione attuativa, per opere di carattere non

edificatorio, oltre che per le eventuali infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico realizzabili.

Localmente, con riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) degli eventuali interventi previsti, 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 2°/3° LIVELLO in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 9/2616/2011 (si veda in proposito il successivo paragrafo 5.2 – Norme sismiche).

Fatto salvo quanto riportato nei precedenti capoversi, con le presenti norme si stabilisce inoltre che l'analisi sismica di cui sopra dovrà essere redatta per qualsiasi intervento urbanistico-edilizio con superficie fondiaria superiore o uguale a 5.000 mq, indipendentemente dalla Classe di fattibilità geologica assegnata.

PRESCRIZIONI

DESTINAZIONI D'USO

Viene esclusa qualsiasi nuova edificazione ad eccezione di 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 altrove localizzabili; le stesse dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

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

L'area di tutela assoluta dei POZZI IDROPOTABILI (**Sottoclasse 4B**), rappresentata dal comparto immediatamente circostante alla captazione con estensione di raggio di 10.0m attorno ad esso, deve essere adibita esclusivamente ad opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. n. 152/2006). Per ragioni di sicurezza, la medesima deve essere adeguatamente recintata e protetta.

INDAGINI E STUDI

Studi e progettazione di interventi di riqualificazione ambientale delle aree di pertinenza fluviale lungo le aste del CANALE TICINELLO OCCIDENTALE (**Sottoclasse 4A**) e della rete irrigua privata, quali:

- ricostruzione o manutenzione delle strutture vegetali lineari (filari e fasce arboreo-arbustive fluviali);
- censimento dei potenziali elementi di degrado delle caratteristiche qualitative delle acque, al fine del mantenimento o ricostituzione della rete ecologica provinciale.

Nell'ambito territoriale ascritto alla Classe 4, si applica quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per la pianificazione attuativa, per opere di carattere non edificatorio, oltre che per le eventuali infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico realizzabili.

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

OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO

Allacciamento alla rete fognaria delle porzioni eventualmente non ancora servite.

Interventi di consolidazione, sistemazione agronomico-forestale e riqualificazione ambientale delle aree di pertinenza fluviale del Canale Ticinello (**Sottoclasse 4A**), oltre che della fitta rete irrigua ad uso agricolo presente nel territorio comunale, sulla base degli studi e

progetti di cui sopra.

Al fine di ovviare a episodi di allagamento in prossimità delle rogge che attraversano il paese, gli alvei delle medesime, soprattutto in prossimità di ponti o passaggi in sotterraneo, dovrebbero essere regolarmente mantenuti e ripuliti da eventuale materiale ingombrante (foglie, rami o altro). In merito alle competenze, si fa esplicito riferimento a quanto contenuto nel Regolamento di Polizia idraulica comunale.

A seguito dell'adozione del nuovo PTCP di Milano – in salvaguardia -, pubblicato sul BURL in data 11 luglio 2012, si recepiscono nel presente studio gli indirizzi dell'art. 24 delle N.d.A. ed in particolare:

- a) progettare gli interventi urbanistici ed infrastrutturali che interferiscono con i corsi d'acqua armonizzandoli con i suoi tratti idrografici;
- b) negli interventi di difesa del suolo e di regimazione idraulica utilizzare soluzioni che coniughino la prevenzione del rischio idraulico con la riqualificazione paesistico-ambientale, garantendo l'attuazione del progetto di rete ecologica provinciale;
- c) realizzare le vasche di laminazione delle piene fluviali ed i canali di by-pass per il rallentamento dei colmi di piena fluviale, con aspetto naturaliforme, creando un contesto golenale con funzioni ecologico-ambientali.

Le aree di tutela assoluta del POZZO IDROPOTABILE (**Sottoclasse 4B**), rappresentata dal comparto immediatamente circostante alla captazione con estensione di raggio di 10.0m attorno ad esso, deve essere adibita esclusivamente ad opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. n. 152/2006). Per ragioni di sicurezza, la medesima deve essere adeguatamente recintata e protetta.

Quanto previsto dai risultati delle indagini condotte ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per l'eliminazione delle condizioni di reale o potenziale dissesto.

5.2 COMPONENTE SISMICA

Per il Comune di ZELO SURRIGONE si individuano due differenti tipologie di risposta sismica dei terreni, indicate in cartografia con apposito retino trasparente (ALLEGATO 5 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA). Esse sono indicate con le seguenti sigle:

- ⇒ Z4a - Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
- ⇒ Z2 – Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti

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 Z4a

Caratteri litologici e geotecnici

Lo scenario Z4a, ascrivibile ad alcuni limitati ambiti di territorio collocati nelle posizioni Orientale e Nord-Occidentale del Comune, è costituito essenzialmente da depositi fluvio-glaciali wurm (o diluvium recente).

La falda superficiale si attesta normalmente a profondità inferiore a 2m dal piano campagna. In corrispondenza di queste aree si possono verificare effetti di amplificazioni sismica legati alla natura litologica dei terreni, che può variare da limoso-sabbiosa a sabbioso-ghiaiosa, con tendenziale aumento della granulometria da nord verso sud.

Sulla base di quanto sopra, all'interno dello scenario Z4a si possono riconoscere terreni caratterizzati da parametri geotecnici diversi, ma generalmente con portanza mediocre; essi, dal punto di vista normativo, vengono raggruppati nello stesso scenario di pericolosità sismica della classe dei depositi alluvionali e/o fluvioglaciali. Ciò nonostante la differenza delle caratteristiche geotecniche comporta una risposta sismica, in termini di amplificazione degli effetti, che può essere diversa.

Approfondimenti d'indagine: I territori individuati con la sigla Z4a sono obbligatoriamente da assoggettarsi ad approfondimento di 2° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011. Tale approfondimento porta alla determinazione del valore del Fattore di Amplificazione Fa.

Tali prescrizioni riguardano i siti ove sorgeranno le costruzioni strategiche e rilevanti 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 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 cui sopra, con riferimento all'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011 e successive integrazioni.

Con le presenti norme si stabilisce inoltre che l'analisi sismica di cui sopra dovrà essere redatta per qualsiasi intervento urbanistico-edilizio con superficie fondiaria superiore o uguale a 5.000 mq, indipendentemente dalla Classe di fattibilità geologica assegnata.

Sono comunque valide le norme di carattere regionale o nazionale più restrittive rispetto alle presenti, relative a progettazione di edifici in zona sismica.

Zona sismica Z2

Caratteri litologici e geotecnici

Lo scenario Z2 rappresenta l'area maggiormente estesa del territorio in studio, per la quale le indicazioni bibliografiche disponibili hanno indicato la presenza di depositi superficiali a granulometria medio-fine a comportamento coesivo.

In quest'areale vi è un delicato equilibrio delle condizioni idrologiche ed idrauliche, in cui la falda sotterranea avente livello statico superficiale, si trova in condizioni di mutua comunicazione e scambio con il regime superficiale delle acque. Il grado di consistenza e di addensamento dei terreni superficiali presenti è teoricamente molto bassa.

In relazione alla tipologia dei materiali e dell'ipotizzabile stato di addensamento, in tale ambito potrebbero innescarsi fenomeni di addensamento in occasione dell'evento sismico atteso con conseguenti prevedibili fenomeni di cedimento differenziale.

Approfondimenti d'indagine: I territori individuati con la sigla Z2 sono obbligatoriamente da assoggettarsi ad approfondimento di 3° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011.

Tali prescrizioni riguardano le aree ove sorgeranno le costruzioni strategiche e rilevanti 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, oltre a quanto sopra riportato, 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 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 cui sopra, con riferimento all'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011 e successive integrazioni.

Con le presenti norme si stabilisce inoltre che l'analisi sismica di cui sopra dovrà essere redatta per qualsiasi intervento urbanistico-edilizio con superficie fondiaria superiore o uguale a 5.000 mq, indipendentemente dalla Classe di fattibilità geologica assegnata.

Sono comunque valide le norme di carattere regionale o nazionale più restrittive rispetto alle presenti, relative a progettazione di edifici in zona sismica.

BIBLIOGRAFIA

Autorità di Bacino del Fiume Po – Parma “LINEE GENERALI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E QUADRO DEGLI INTERVENTI BACINO DEL TICINO”

Autorità di Bacino del Fiume Po – Parma Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme di attuazione - Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter; Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001

Autorità di Bacino del Fiume Po – Parma Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) – “Attuazione del PAI nel settore urbanistico e aggiornamento dell’Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici”

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

Castany G. "Idrogeologia" - Flaccovio - 1982

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

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. – Regione Lombardia - "Suoli e paesaggi della Provincia di Milano" – maggio 2005

E.R.S.A.F. – Regione Lombardia - "Suoli e paesaggi della Provincia di Pavia" – maggio 2005

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

Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV

Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Agricolo Sud Milano – Delibera di Giunta Regionale n. 7/818 del 03.08.2000.

Provincia di Milano – Delibera di Giunta n. 33406 del 24.05.2006 – Quadro di riferimento ed indicazioni per le valutazioni di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali con il PTCP.

Provincia di Milano, Direzione centrale Pianificazione ed assetto del territorio – Sistema Informativo Territoriale – Laboratorio cartografico

Provincia di Milano, Direzione centrale Risorse Ambientali – Sistema Informativo Ambientale – Laboratorio cartografico

Regione Lombardia (1994) - "Carta Tecnica Regionale, sezione A7e1 – MOTTA VISCONTI NORD "- Scala 1:10000

Regione Lombardia (1994) - "Carta Tecnica Regionale, Sezione A6e5 - MORIMONDO "- Scala 1:10000

Regione Lombardia (1994)-"Carta Tecnica Regionale, Sezione B7a1 – CASORATE PRIMO "- Scala 1:10000

Regione Lombardia (1994) - "Carta Tecnica Regionale, B6a5 - ROSATE "- Scala 1:10000

Rilievo a.f.g. del territorio comunale. Scala 1:2000 - 1998

Regione Lombardia, D.G. Territorio ed Urbanistica; ENI Divisione AGIP, 2002 - "Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia - 2002

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

Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma, Bacino del Po - Dati meteo-climatici – serie 1951-1986