



**COMUNE DI VERDELLINO**

**PROVINCIA DI BERGAMO**

**STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE**

**ADEGUAMENTO AI SENSI DELLA L.R. 12/05**

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

<b>Committente: COMUNE DI VERDELLINO</b>			<b>Codice Progetto: 06_02_050</b>		
<b>I Tecnici: dr. M. SPADA – dr. G.M. ORLANDI</b>			<b>Data: APRILE 2009</b>		
Data:	Revisione:	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
		<i>Studio Associato di Geologia Spada di Spada M., Orlandi G.M., Bianchi S. Via Donizetti n° 17 – Ranica (BG) Tel: 035/516090 – fax: 035/513738 – e_mail: <a href="mailto:info@studiogeospada.it">info@studiogeospada.it</a></i>			

<b>INDICE</b>
---------------

<b>1.0 PREMESSE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.0 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Procedure Regionali per la zonazione sismica del territorio comunale.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Analisi di pericolosità sismica di 1° livello.....</b>	<b>8</b>
<b>3.0 CONSIDERAZIONI FINALI .....</b>	<b>13</b>
<b>4.0 ARTICOLO DI PIANO PER L'ASPETTO SISMICO.....</b>	<b>15</b>
<b>ALLEGATO .....</b>	<b>16</b>

## **1.0 PREMESSE**

Il presente documento, redatto su incarico del Comune di Verdellino, ha lo scopo di illustrare il lavoro svolto per predisporre l'adeguamento dello studio geologico vigente ai sensi delle nuove normative (L.R. 12/05 e successive delibere applicative).

Il Comune di Verdellino è dotato di studio geologico del territorio Comunale ai sensi della L.R. 41/97 redatto dagli Scriventi nel febbraio 2001.

Il piano è stato considerato approvato dalla Regione Lombardia, contestualmente al P.R.G., con D.G.R. n° IVV/9791 del 12 luglio 2002.

Tale studio geologico è attualmente in vigore e, ad oggi, non ha subito modifiche e/o aggiornamenti di sorta.

A seguito dell'entrata in vigore della L.R. 12/05 sono stati modificati in Regione Lombardia molti aspetti in materia urbanistica ed ambientale, compresi anche alcuni aspetti inerenti gli studi geologici di supporto alla pianificazione comunale.

Il Comune ha attualmente in corso la predisposizione del nuovo Piano di Governo del Territorio e quindi è tenuto, per legge, a prevedere l'adeguamento anche dello studio geologico vigente ai dettami della L.R. 12/05 e succ. delibere applicative.

In particolare la D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008 (che ha sostituito la d.g.r. n° 8/1566 del 22/12/05 a seguito dell'entrata in vigore del nuovo testo unico delle costruzioni), fornisce i nuovi criteri attuativi per la componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto dei PGT.

Per quanto riguarda il Comune di Verdellino il piano vigente comprende già la maggior parte delle novità introdotte dalla delibera di cui sopra, quali per es. l'estensione delle carte di sintesi e di fattibilità geologica a tutto il territorio Comunale.

Il Comune, dalla predisposizione del Piano, non ha subito modifiche particolari all'assetto geologico-geomorfologico (alluvioni, dissesti, terremoti, ecc.).

*L'unica integrazione da eseguire allo studio geologico vigente, sulla base delle nuove direttive applicative della L.R. 12/05, è quella relativa alla componente sismica.*

Con il presente lavoro:

- viene realizzata ex novo la “Carta della pericolosità sismica locale”
- viene aggiornata, per i soli aspetti sismici, la “carta di fattibilità geologica”
- viene introdotto un articolo nuovo delle norme geologiche relativo all'aspetto sismico.

Tutti i documenti dello studio geologico L.R. 41/97 vigente, con la sola eccezione della carta di fattibilità geologica che viene sostituita, restano validi e vengono integrati dalla documentazione sopra citata.

Nello svolgimento dell'incarico si è anche provveduto all'informatizzazione della carta della pericolosità sismica locale e della carta di fattibilità geologica con sistemi informativi di tipo GIS, come previsto dalle disposizioni della Regione Lombardia per l'aggiornamento del S.I.T. Regionale.

Di seguito si illustra e si dettaglia il lavoro svolto e le scelte operate.

## **2.0 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

La Regione Lombardia con D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008 ha emanato i nuovi “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005, n° 12”.

Si tratta di una delibera molto recente, che ha sostituito la precedente d.g.r. n° 8/1566 del 22/12/05 a seguito dell'entrata in vigore del nuovo testo unico delle costruzioni (approvazione del d.m. 14/01/2008), e che ha comportato rispetto alla precedente d.g.r. una serie di importanti modifiche sull'aspetto sismico, con forti ricadute nelle procedure di microzonazione sismica a livello Comunale.

Il precedente riferimento in materia in Regione Lombardia, ai tempi della L.R. 41/97 (ora abrogata dalla L.R. 12/05) era lo studio dal titolo "Determinazione del rischio sismico in Lombardia - 1996", inserito come uno dei testi di riferimento nelle precedenti direttive regionali per la redazione dello studio geologico a supporto dei piani regolatori generali.

La nuova metodologia deriva da uno studio pilota effettuato dal Politecnico di Milano per conto della stessa Regione Lombardia su alcune aree campione, dalle cui risultanze sono poi state derivate le norme e le indicazioni per tutti i Comuni.

La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

La classificazione sismica dei Comuni è stata completamente aggiornata e rivista con O.P.C.M. n° 3274/2203: il territorio Italiano è passato da una suddivisione in 3 classi a quella attuale in 4 zone sismiche ed a differenza di quanto avveniva in precedenza TUTTO il territorio è stato ritenuto sismico.

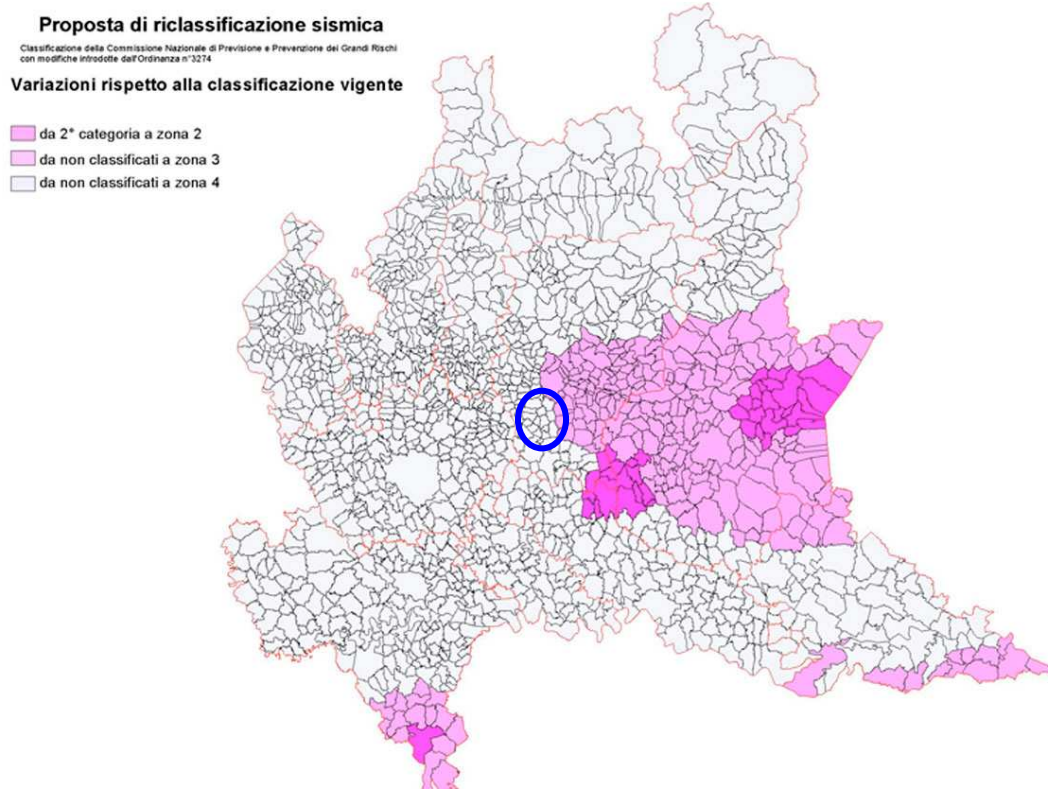
La suddivisione in zone è basata sull'accelerazione orizzontale attesa, in caso di terremoto, con una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, secondo il seguente schema:

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
1	$> 0,25$	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	$< 0,05$	0,05

Il Comune di Verdellino non era classificato come Comune “sismico” al momento della predisposizione dello studio geologico L.R. 41/97 nel 2001.

La successiva revisione operata, come detto, dalla O.P.C.M. 3274/2003, ha classificato il territorio comunale come Zona Sismica 4 (quella con il grado di sismicità minore previsto dalla normativa, ma comunque in zona sismica – vedi figura).



### ***2.1 Procedure Regionali per la zonazione sismica del territorio comunale***

Lo studio per la zonazione sismica del territorio comunale, così come indicato nell'Allegato 5 della D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente.

Le procedure da seguire ed i livelli di approfondimento da adottare sono riportati, in funzione della Zona sismica di appartenenza e della fase progettuale, nella seguente tabella:

	<b>Livelli di approfondimento e fasi di applicazione</b>		
	<b>1° livello fase pianificatoria</b>	<b>2° livello fase pianificatoria</b>	<b>3° livello fase progettuale</b>
<b>Zona sismica 2 - 3</b>	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato ed urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1 e Z2
<b>Zona sismica 4</b>	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al dduo 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti

I primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione in casi specifici (quando il 2° livello dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per le aree di possibile amplificazione; per aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse; per edifici di particolari caratteristiche).

Sinteticamente i livelli previsti sono di seguito illustrati:

### 1° livello

E' una fase prettamente qualitativa, che si basa sulle considerazioni dirette degli effetti dei terremoti, è prevede l'individuazione di una serie di zone passibili di amplificazione sismica o in cui possono verificarsi problemi particolari (liquefazione, riattivazione frane, ecc.) in caso di sisma.

### 2° livello

Si applica in base alle risultanze del livello 1 ed in relazione alla classificazione sismica del Comune e prevede un approccio semiquantitativo per valutare quali sono gli effetti di amplificazione attesi e se la normativa vigente è in grado di sopportarli.

### 3° livello

In questo caso si tratta di procedure molto complesse da attuare in fase di progettazione quando il 2° livello verifica l'inadeguatezza della norma oppure in casi di condizioni geologiche specifiche.

## **2.2 Analisi di pericolosità sismica di 1° livello**

In considerazione del fatto che il Comune di Verdellino è in classe sismica 4 la norma prevede, in fase di pianificazione, l'obbligo del 1° livello con la redazione della carta della pericolosità sismica locale nonché l'obbligo delle analisi anche del 2° livello solo per gli scenari Z3 e Z4 e soltanto per edifici strategici rilevanti di nuova previsione.

Il 1° livello si basa su un approccio qualitativo e comporta la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), direttamente derivata dai dati contenuti nelle carte di inquadramento geologico-geomorfologico del territorio comunale, che devono essere integrati da un'attenta analisi con la verifica di tutti i dati di sottosuolo disponibili.



**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

La raccolta sistematica di osservazione sui diversi effetti prodotti dai terremoti in funzione di parametri geologici, topografici e geotecnici, ha permesso di definire un numero limitato di situazioni tipo (scenari di pericolosità sismica locale) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area.

Tra i principali dati da utilizzare vi sono la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica ed i risultati delle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte.

Questi dati sono stati oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Nel caso specifico, in considerazione delle conoscenze del territorio e dei dati geotecnici e stratigrafici disponibili, non si è ritenuto necessario eseguire nuove indagini di carattere geotecnico e/o geofisico di approfondimento in questa fase.

Gli scenari di pericolosità sismica locale proposti dalla normativa vigente, ed i relativi effetti, sono illustrati nella tabella sottostante:

<b>SIGLA</b>	<b>SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI</b>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona parzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zona con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo Appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura 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 (comprese coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Cedimenti differenziali

Il Comune di Verdellino è caratterizzato da un territorio pianeggiante, pressoché privo di gradiente topografico significativo (il massimo dislivello è una scarpata fluviale di circa 4 metri sul torrente Morla) e completamente assente di problematiche di dissesto e/o instabilità dei terreni.

E' quindi evidente che le tipologie connesse alle classi Z1 (fenomeni di instabilità) e Z3 (amplificazioni topografiche) non sono assolutamente presenti nel Comune.

Le potenziali problematiche, oggetto di analisi e di verifica puntuale, sono quelle connesse alle caratteristiche geologiche, litologiche e stratigrafiche del sottosuolo, relative, quindi alle problematiche Z2, Z4 e Z5.

Per poter verificare l'esistenza o meno delle possibili condizioni di pericolosità sismica sopra indicate si è fatto riferimento, oltre che alle carte ed alle analisi dello studio geologico vigente (carta geomorfologia con elementi geopedologici, carta idrogeologica, carta geologico-applicativa e carta di sintesi), a tutti i dati di sottosuolo disponibili.

Sono stati raccolti ed analizzati tutti i dati profondi disponibili grazie alla presenza, sia nel comune che in quelli limitrofi, di pozzi per acqua fino ad oltre 300 m. di profondità.

In aggiunta, per una maggiore conoscenza e caratterizzazione delle prime decine di metri di sottosuolo, sono stati raccolti, tramite l'Ufficio Tecnico Comunale, tutti i dati di sondaggi, prove penetrometriche, indagini geofisiche, prove di laboratorio, ecc. disponibili.

Di seguito si dettagliano le procedure e le metodologie di dettaglio adottate per la valutazione e l'individuazione dei vari fenomeni

#### Z1 - Effetti di instabilità

NON presenti

#### Z2 – Cedimenti e/o liquefazioni

La normativa prevede due casistiche in questa categoria: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) e le zone con depositi granulari fini saturi.

A livello di pianificazione non sono richiesti elementi puntuali (indagini specifiche, prove di laboratorio, ecc.) per verificare in modo analitico il rischio di liquefazione e/o di densificazione ecc. ma devono essere individuate quelle aree con terreni potenzialmente interessati da tali fenomeni.

Nello studio geologico L.R. 41/97 erano già state identificate delle zone classificate come “area con possibile presenza di faldine sospese e livelli scadenti” con possibile presenza di livelli fini, con caratteristiche geotecniche scadenti, ed interazioni con presenza di acqua.

Si tratta di aree laterali al torrente Morla, con presenza di depositi fini di esondazione e falde superficiali alimentate dal torrente stesso.

Dopo aver verificato i dati di sottosuolo disponibili si è ritenuto di inserire tali terreni in classe di pericolosità sismica Z2, affinché vengano effettuate le doverose verifiche in fase di progettazione e realizzazione delle opere.

#### Z3 – Amplificazione topografica

NON è presente, data la natura pianeggiante del territorio.

#### Z4 – Amplificazione litologica e geometrica

La delibera Regionale prevede quattro possibili tipologie: zona di fondovalle e di pianura, zona pedemontana di falde di detrito, zona morenica, zona con argille residuali.

In considerazione della natura di pianura del Comune le possibili casistiche si limitano alla zona di pianura con depositi alluvionali e/o fluvioglaciali ed alle argille residuali.

L'analisi litologica, ricavata dai dati disponibili, ha escluso la presenza di argille residuali e terre rosse eluvio colluviali significative.

L'unica casistica da verificare è stata quindi la “Z4a - Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi”

Sulla base dei dati di sottosuolo disponibili, con particolare riferimento ai dati profondi (pozzi per acqua), è stato ricostruito il modello geologico del sottosuolo, modello visualizzato nelle due sezioni geologiche nord-sud ed est-ovest (allegati 1 e 2), che attraversano l'intero territorio Comunale.

Dai dati si osserva che il sottosuolo è di natura fluvioglaciale ed è caratterizzato in superficie (primi 10-20 metri) da miscele di argilla, ghiaia e sabbia ed in profondità da un'alternanza di livelli argillosi (che hanno grande importanza a livello idrogeologico

isolando la falda freatica dalla seconda falda profonda protetta) e livelli di conglomerato, più o meno compatto, con intercalazioni di argilla, ghiaia e sabbia.

Si tratta quindi di un materasso fluvioglaciale, costituito da depositi granulari e/o coesivi, che è sede di falde sovrapposte che, in ampio, hanno tra loro contatti.

Il substrato roccioso non è stato rinvenuto nemmeno nelle perforazioni profonde dell'AGIP: il pozzo di Ciserano, profondo 500 metri non incontra il substrato ed il tetto del pliocene è posto circa a 300 metri, per cui in corrispondenza delle argille di base dei pozzi potabili più profondi.

Sulla scorta di quanto sopra dettagliato tutto il territorio Comunale di Verdellino è stato inserito nella classe di pericolosità sismica locale Z4a

Z5 – Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

Sulla base dei dati geologici e geotecnici disponibili non sono presenti zone con le caratteristiche di cui sopra, cioè di contatto diretto e brusco tra litotipi con caratteristiche meccaniche molto diverse.

I passaggi tra i diversi depositi sono comunque graduali, con fasce di transizione, e comunque si tratta di materiali con caratteristiche diverse, ma non tali da ricadere nella presente classe.

### **3.0 CONSIDERAZIONI FINALI**

Il presente lavoro è relativo all'adeguamento ai sensi della L.R. 12/05, dello studio geologico vigente (del 2001) del territorio Comunale di Verdellino.

Gli aspetti integrati sono relativi a:

- informatizzazione dei dati con software di tipo GIS (arc-view);
- valutazione della pericolosità sismica locale (analisi di 1° livello);
- aggiornamento della carta di fattibilità geologica con le risultanze dell'analisi sismica.

Per il territorio comunale di Verdellino sono stati individuati una serie di elementi di potenziale pericolosità sismica locale, facenti capo a varie categorie, quali Z2 e Z4a.

Il Comune è in classe 4 per cui la normativa vigente ad oggi prevede l'applicazione del 2° livello sono nel caso in cui il PGT preveda edifici strategici e rilevanti di nuova previsione ubicati nelle zone di potenziale pericolosità.

A seguito dei colloqui con gli Amministratori è emerso che, allo stato attuale, nella bozza del nuovo PGT, non sono inseriti edifici strategici e rilevanti, ai sensi della d.d.u.o. n° 19904 del 21/11/2003, di nuova previsione e quindi le analisi e la valutazioni sulla pericolosità sismica si sono fermate al primo livello, come previsto dalla normativa vigente.

Eventuali futuri approfondimenti (2° o 3° livello) sia in fase pianificatoria che progettuale dovranno essere fatti in base a quanto previsto dalle normative vigenti ed ai riscontri della carta della pericolosità sismica locale.

La carta di fattibilità geologica è stata integrata con l'inserimento delle risultanze dell'analisi sismica: le aree interessate dalle zone Z2 e Z4a sono state inserite con apposita retinatura, sovrapposta alla classe di fattibilità.

La presenza di un'area a possibile pericolosità sismica non modifica la classe di fattibilità ma segnala la necessità di approfondimenti ulteriori a supporto della pianificazione e/o della realizzazione delle opere.

Con il presente lavoro viene modificata e sostituita la “carta di fattibilità geologica” (tav. 6a-b-c e tav. 7) del precedente piano, viene aggiunta la carta della pericolosità sismica locale (tav. 8) e vengono aggiornate le norme, con l’introduzione di un articolo sull’aspetto sismico (vedi paragrafo 4.0).

#### **4.0 ARTICOLO DI PIANO PER L’ASPETTO SISMICO**

Il Comune di Verdellino è inserito in classe sismica 4.

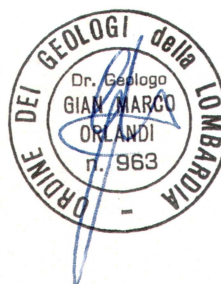
A supporto del presente piano sono state condotte le verifiche di microzonazione sismica di 1° livello, da cui sono emerse alcune condizioni di criticità quali:

- Z2 – cedimenti e/o liquefazioni
- Z4a – amplificazione geometrica e litologica

Dalle verifiche condotte con l’Amministrazione è emerso che, allo stato attuale, nella bozza di PGT disponibile ad oggi, non vi sono edifici strategici e rilevanti (come da elenco di cui al d.d.u.o. 19904/03) di nuova previsione, per cui le analisi si sono fermate al primo livello, come previsto dalla normativa vigente attualmente.

Nella carta di fattibilità geologica sono state riportate con apposita simbologia tutte le situazioni di possibile pericolosità sismica.

In questo modo la situazione rimane indicata e nel caso in cui, in futuro, su tali aree venissero inserite delle previsioni di opere strategiche e rilevanti si dovrà procedere all’approfondimento degli studi, come previsto dalla normativa (3° livello per la zona Z2 e 2° livello + eventuale 3° livello per la zona Z4a).



**ALLEGATO**

Allegato n° 1: Sezione geologica A-A'

Allegato n° 2: Sezione geologica B-B'