



COMUNE DI GANDELLINO

Provincia di Bergamo

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 L.R. 11-03-2005 N. 12

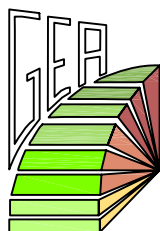
TITOLO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA

N. PRATICA	TIPOLOGIA	FASE PROG.	SCALA	ELABORATO
10_105	PGT	DEFINITIVA	-	A

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Dicembre 2013	Prima emissione
1	Agosto 2014	Aggiornamento a seguito di osservazioni dell'Ufficio Tecnico
2	Dicembre 2014	Aggiornamento a seguito del parere di Regione Lombardia
3	-	-

PROGETTISTI



di S. Ghilardi & C. s.n.c.
24020 RANICA (Bergamo)
Via Tezze, 1
Telefono e Fax: 035.340112
E - Mail: gea@mediacom.it

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n° 258

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	Obiettivi e quadro normativo di riferimento	2
1.2	Articolazione del lavoro e rapporti con gli studi geologici precedenti	4
2	QUADRO DISSESTI.....	8
2.1	Criteri di realizzazione della cartografia del dissesto.....	8
2.2	Aggiornamenti proposti al quadro dissesti.....	9
2.3	Recepimento del parere regionale	11
2.4	Nota sulle frane Tezzi e Foppi.....	12
3	VINCOLI	13
3.1	Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli	13
4	SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI.....	15
4.1	Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi.....	15
4.2	Individuazione delle aree di criticità.....	17
5	FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO.....	21
5.1	Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità.....	21
5.2	Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio	22
5.3	Modifiche rispetto alla fattibilità precedente.....	24
6	NORME GEOLOGICHE DI PIANO	25
7	VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO.....	26
7.1	Premessa	26
7.2	Generalità e metodologie di analisi	27
8	CONCLUSIONI.....	35
9	BIBLIOGRAFIA	39

1 PREMESSA

1.1 Obiettivi e quadro normativo di riferimento

Il Comune di Gandellino (BG) ha incaricato lo scrivente Studio G.E.A. di predisporre l'adeguamento dello studio geologico del territorio comunale, nell'ottica di un nuovo progetto urbanistico redatto secondo i criteri stabiliti nella Legge 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il Governo del Territorio".

Nel Titolo II, art. 57 comma 1 della summenzionata legge, ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, è previsto che:

- a) il documento di piano contenga la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta Regionale, sentite le Province, entro tre mesi dall'entrata in vigore della L.R. n.12/05
- b) il piano delle regole contenga:
 - 1. il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del P.T.C.P. e del Piano di Bacino;
 - 2. l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, secondo i criteri e gli indirizzi 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 a eventuali piani di demolizione degli insediamenti esistenti, ripristino delle condizioni di sicurezza, interventi di rinaturalizzazione dei siti o interventi di trasformazione urbana, PRU o PRUSST.

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

Il lavoro è stato condotto secondo quanto disposto nei *"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"* (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616).

Con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Gandellino (compreso nell'elenco di cui alla D.G.R. 11-12-2001 n. 7/7365 con situazione iter P.A.I. "in itinere" e quadro dissesti vigente "originario"), propone nuovi aggiornamenti al quadro dissesti di cui all'Elaborato 2 del P.A.I. (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

Lo studio geologico proposto contiene il quadro del dissesto derivante da valutazioni di maggior dettaglio rispetto ai dati contenuti nel primo livello di approfondimento dei P.T.C.P., e sarà perciò strumento di riferimento una volta raggiunta la compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

Lo studio illustrato in queste pagine, redatto secondo i riferimenti normativi citati, è costituito dalla presente relazione tecnica e dalla relativa cartografia.

Per i rilievi di terreno e la rappresentazione grafica dei dati è stato utilizzato, come base topografica, il rilievo aerofotogrammetrico del comune in scala.

Ciò che emerge da questo studio è una sintesi geoambientale di carattere interpretativo, che non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici, né esime l'Amministrazione Comunale ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico ed ambientale.

Essendo uno strumento a supporto della programmazione, l'obiettivo di questo studio è quello di raccogliere i principali parametri geologici delle aree esaminate e di evidenziare la vocazione delle stesse e le limitazioni d'uso del territorio per una corretta ed efficace gestione delle risorse; in particolare si fa riferimento ai nuovi interventi edificatori (urbanizzazione) per valutarne la fattibilità, predisponendo nel contempo i provvedimenti di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio naturale.

1.2 Articolazione del lavoro e rapporti con gli studi geologici precedenti

Nelle prime fasi dello studio si è proceduto alla raccolta ed alla valutazione dei dati geologici ed ambientali reperibili in bibliografia, riguardanti il territorio comunale di Gandellino e di alcuni dei comuni limitrofi, nonché l'intero territorio provinciale. Sono stati effettuati anche rilevamenti geologici e sopralluoghi mirati soprattutto nelle aree più critiche del territorio comunale.

Il primo studio geologico di Gandellino di cui si ha notizia è stato redatto nel febbraio 1997 dal Dott. Geol. Daniele Ravagnani e dal Dott. Geol. Sergio Santambrogio (Studio GeoTer), ed era denominato "*Studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale*"; esso era composto da una cartografia tematica di base tuttora valida, da una cartografia di sintesi/rischio e di fattibilità geologica, oltre che da una relazione illustrativa.

In un secondo tempo è stato eseguito dallo scrivente, nel marzo 2003, un adeguamento dello studio geologico ai sensi della L.R. 41/1997, senza tavole tematiche di base, denominato "*Adeguamento dello studio geologico ai sensi della L.R. 41/97 alla D.G.R. 29 ottobre 2001 – n° 7/6645*". Lo studio comprendeva anche tre approfondimenti specifici sui conoidi Sedornia, Bondo e Grabiasca.

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

Nell'agosto 2007, contestualmente ad un lavoro di censimento geologico dei fabbricati rurali, lo scrivente ha infine predisposto la "1° Variante alla Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano ai sensi della L.R. 11-03-2005 n. 12", con una serie di limitate modifiche alla fattibilità geologica, ma non al quadro dei dissesti.

La presente componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. rappresenta una nuova indagine del territorio di Gandellino e si basa su nuovi criteri normativi, ma, trattandosi di un adeguamento secondo la L.R. 12/2005 e non di uno studio completo, mantiene in considerazione anche gli studi precedenti per quanto attiene alle cartografie tematiche e di base.

In particolare, il nuovo studio fa fede per tutto ciò che è la normativa d'uso del territorio (fattibilità, vincoli, pericolosità sismica locale, norme geologiche di piano), mentre lo studio del 1997 è da utilizzare per quanto attiene alla cartografia tematica di base ed alla caratterizzazione generale del territorio.

In definitiva, sia in termini di consultazione a livello comunale che di trasmissione agli Enti sovraordinati (Regione Lombardia, Provincia di Bergamo, Autorità di Bacino del Fiume Po, ecc.), il pacchetto completo del lavoro dovrà essere composto dal materiale tematico di base dello studio del 1997 (carte tematiche, relazione illustrativa escluse le norme, allegati), e dal nuovo materiale del presente studio per tutto ciò che concerne la zonizzazione del rischio, della pericolosità sismica locale e della fattibilità geologica con relative norme, che entrano a far parte del Piano delle Regole del P.G.T.

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

La tabella seguente riassume la composizione finale del pacchetto completo del nuovo studio geologico:

COMPOSIZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO	
NOME DELL'ELABORATO	PROVENIENZA
<i>ELABORATI PRECEDENTI DA MANTENERE</i>	
Tavola 1 – Carta litologica	Studio GeoTer 1997
Tavola 2 – Sezione geologica e stratigrafie	Studio GeoTer 1997
Tavola 3 – Carta geomorfologica e dei processi geomorfici in atto	Studio GeoTer 1997
Tavola 4 – Carta idrogeologica	Studio GeoTer 1997
Tavola 5 – Carta geologico tecnica	Studio GeoTer 1997
Relazione illustrativa (solo parte generale ed illustrativa)	Studio GeoTer 1997
Studi di dettaglio conoidi Val Sedornia, Grabiasca e Bondo	Studio G.E.A. 2003
<i>NUOVI ELABORATI DA AGGIUNGERE O SOSTITUIRE</i>	
Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale	Studio G.E.A. 2014
Tavola 2 – Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I.	Studio G.E.A. 2014
Tavola 3 – Carta dei Vincoli	Studio G.E.A. 2014
Tavola 4 – Carta di Sintesi	Studio G.E.A. 2014
Tavola 5 – Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	Studio G.E.A. 2014
Relazione tecnica (completa)	Studio G.E.A. 2014
Norme geologiche di piano	Studio G.E.A. 2014
Aggiornamento studio di dettaglio conoide Val Sedornia	Studio G.E.A. 2014

**Composizione del pacchetto completo della componente geologica, idrogeologica e sismica
del Piano di Governo del Territorio**

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

N.B.: sono altresì da tenere in considerazione tutti gli studi di approfondimento, di qualsiasi Professionista, eseguiti nel corso degli anni sui vari dissesti (frane, conoidi, valanghe, aree a rischio idrogeologico molto elevato, ecc.), e che hanno contribuito alla ridefinizione delle classi di rischio e/o degli ambiti di fattibilità per determinate aree del territorio comunale.

2 QUADRO DISSESTI

- **TAVOLA N. 2 – CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I.**
- **TAVOLA N. 3 – CARTA DEI VINCOLI**

2.1 Criteri di realizzazione della cartografia del dissesto

I rilevamenti di terreno hanno permesso l'individuazione di un vasto numero di aree in dissesto esistenti nel territorio di Gandellino. Ovviamente, trattandosi di un comune montano territorialmente ampio, la presenza di aree in dissesto non può che essere molto abbondante. Si tratta per lo più di frane e valanghe, con inoltre la presenza di aree di esondazione (sul Fiume Serio e su altri torrenti) e di importanti conoidi.

La Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I., redatta in scala 1:10.000 su base C.T.R., è finalizzata ad aggiornare l'Elaborato 2 del P.A.I.; i dissesti contenuti in tale tavola provengono generalmente:

- da quanto già esistente nel quadro dissesti del P.A.I.;
- dal Sistema Informativo Regionale Valanghe (SIRVAL);
- dagli strumenti informatizzati dell'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lombardia (Inventario Dissesti - GeoIFFI);
- dalla Cartografia Geoambientale della Regione Lombardia;
- dagli studi geologici precedenti eseguiti su tutto il territorio comunale e sui territori comunali limitrofi;
- dagli studi di dettaglio eseguiti su conoidi, aree a rischio idrogeologico molto elevato ed altri dissesti;
- da quanto derivato dai sopralluoghi in campo eseguiti con il presente studio (osservazioni di terreno e raccolta di dati bibliografici).

La legenda utilizzata segue gli standard grafici P.A.I., così come richiesto dai criteri attuativi della L.R. 12/2005.

Come già precisato in premessa, con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Gandellino (compreso nell'elenco di cui alla D.G.R. 11-12-2001 n. 7/7365 con situazione iter P.A.I. "in itinere" e quadro dissesti vigente "originario"), propone nuovi aggiornamenti al quadro dissesti di cui all'Elaborato 2 del P.A.I. (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

2.2 Aggiornamenti proposti al quadro dissesti

Il nuovo quadro del dissesto P.A.I. sostituisce quello vigente, con importanti ed estesi aggiornamenti:

- Il confine comunale è stato modificato, con conseguente ripermimetrazione di alcuni dissesti lungo i margini del territorio comunale.
- Le valanghe sono state perimetrate tenendo conto dei limiti più esterni del SIRVAL.
- Le aree di esondazione Ee, Eb e Em sono state ripermetrate sulla scorta di nuovi sopralluoghi e rilievi di terreno a scala di maggior dettaglio, nonché verifiche idrauliche in corrispondenza di alcune sezioni.
- Sono state stralciate una serie di aree, precedentemente considerate in dissesto, derivanti da ambiti di criticità della Cartografia Geoambientale, laddove tali criticità siano già sufficientemente tenute in considerazione dalle sottoclassi di fattibilità "3 as" e "4 er" (ad esempio zone detritiche o aree con terreni superficiali in equilibrio limite).

- Le aree di crollo derivanti dal GeoIFFI sono state perimetrate eseguendo confronti puntuali con la Cartografia Geoambientale, con gli studi geologici precedenti e con le osservazioni di terreno.
- I conoidi oggetto di studio di dettaglio nel 2003 (Bondo, Val Grabiasca, Val Sedornia) sono stati mantenuti così come definiti all'epoca (salvo minimi adattamenti topografici) in termini di perimetrazione. Tuttavia, in termini di attribuzione delle classi di pericolosità e rischio, si è deciso di attribuire i dissesti in classe H3 ai "conoidi completamente protetti" (Cn) anziché ai "conoidi parzialmente protetti" (Cp). Questo perché l'intenzione degli studi di dettaglio del 2003 (redatti dallo scrivente) era quella di assegnare gli ambiti di pericolosità H3 alla classe di fattibilità 3 generale, e non ad una classe 3 più restrittiva quale è quella associata ai conoidi "Cp". Attribuire oggi ambiti di dissesto "Cp" agli originali ambiti H3 costituirebbe, dunque, un'interpretazione esageratamente restrittiva e non coerente con gli intendimenti degli studi di dettaglio originari. Un'interpretazione diversa e più restrittiva è stata però data al conoide della Val Sedornia, per il quale è stato eseguito un aggiornamento¹ dello studio di dettaglio del 2003 (allegato al presente documento), che ha condotto alla zonizzazione attuale.
- I conoidi definiti dal GeoIFFI sono stati valutati uno ad uno e per la maggior parte inseriti nel quadro del dissesto, con i dovuti adattamenti topografici.

¹ Giustificato dall'acquisizione di nuovi importanti elementi conoscitivi (quali, ad esempio, il rilievo laser scan di tutto il fondovalle di Gandellino, nonché la presa visione di alcune opere di difesa idraulica precedentemente occultate dalla vegetazione e quindi non considerate nella modellizzazione del 2003), che hanno permesso di rivalutare in modo consistente la zonizzazione precedente.

- Le aree a rischio idrogeologico molto elevato Tezzi e Foppi sono state riprese così come perimetrate nella versione precedente dello studio geologico. Tuttavia, nella frana Tezzi, alcune piccole aree “bianche” poste in mezzo al corpo frana, che nello studio GeoTer non erano inserite né nella zona 1 né nella zona 2, sono state oggi inserite nella zona 2 d’ufficio.
- Sono stati eseguiti adattamenti minori di dissesti preesistenti alla topografia o ad elementi morfologici riconosciuti.

2.3 Recepimento del parere regionale

In ottobre 2014, Regione Lombardia ha espresso parere favorevole allo studio geologico (versione agosto 2014) ed al suo nuovo quadro del dissesto P.A.I., richiedendo tuttavia di ricondurre il conoide della Val Musa, nel centro storico di Gandellino, alla zonizzazione precedente (classe 4). Per questo specifico conoide², infatti, nel nuovo studio geologico erano state proposte una perimetrazione ed una zonizzazione di pericolosità aggiornate (scaturite da sopralluoghi *ad hoc* in sito), rispetto a quanto contenuto nel vecchio studio del P.R.G.

Alla luce della richiesta regionale, quindi, in questa nuova versione (dicembre 2014) è stata ripristinata la zonizzazione precedente più restrittiva (“Ca” con conseguente classe 4 normata dall’art. 9 del P.A.I.) sull’intero conoide; tuttavia, in termini di mera perimetrazione, si è deciso di mantenere quella nuova, in quanto rilevata accuratamente in sito ed oggettivamente più aderente alla realtà dei luoghi. Si ritiene che questa modifica rientri ampiamente nella casistica degli “aggiustamenti topografici” su basi geomorfologiche, e che non necessiti pertanto di studi di approfondimenti particolari, nel momento in cui la pericolosità è stata appunto ripristinata al grado più elevato.

² Non rientrante tra quelli studiati nel 2003.

2.4 Nota sulle frane Tezzi e Foppi

Benché il territorio comunale di Gandellino sia funestato da numerosi dissesti (si ricorda, a titolo d'esempio, la caduta massi che ha costretto alla chiusura della strada provinciale ed all'evacuazione di alcune abitazioni nel maggio 2012 a Gromo San Marino), indubbiamente i due ambiti più critici sono costituiti dai dissesti dei Tezzi e dei Foppi.

La frana Tezzi è stata lungamente studiata, specialmente dallo studio GeoTer di Ardesio, che ne ha proposto la perimetrazione e la zonizzazione già diversi anni or sono. Si tratta di un fenomeno ampio e profondo, che coinvolge tutta la zona dei Tezzi.

Attualmente, questa frana è oggetto di pesanti interventi, con i quali si conta di raggiungere un livello di sicurezza accettabile.

La frana Foppi, sul versante opposto rispetto ai Tezzi, è legata all'instabilità della Valle Zuccotto, e del pendio circostante nel suo complesso. Anche questa frana, lungamente studiata dallo scrivente, è stata oggetto di numerosi interventi di messa in sicurezza, alcuni dei quali sono tuttora in corso di esecuzione.

Nel momento in cui le opere sulle due frane saranno state completate e collaudate dagli Enti competenti, sarà eventualmente possibile intervenire sui relativi vincoli.

3 VINCOLI

➤ TAVOLA N. 3 – CARTA DEI VINCOLI

3.1 Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli

I nuovi criteri di realizzazione degli studi geologici di supporto ai Piani di Governo del Territorio prevedono, in fase di sintesi, la realizzazione di un'adeguata cartografia che indichi chiaramente i vincoli di carattere geologico, idraulico e idrogeologico cui è sottoposto il territorio comunale (Carta dei Vincoli realizzata in scala 1.5:000 per tutto il territorio e 1:2.000 per l'urbanizzato).

Tali vincoli sono riassumibili in:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89:
 - *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Elaborato 2 – Quadro del dissesto originario-aggiornato)*: ambiti di dissesto (frane, esondazioni torrentizie, conoidi e valanghe) così come presenti nel quadro dissesto aggiornato P.A.I. vigente ed aggiornati/modificati in seno al presente studio.
 - *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (aree PS 267)*: aree a rischio idrogeologico molto elevato PS 267 così come presenti nel P.A.I.
 - *Quadro del dissesto così come presente nel S.I.T. regionale e/o derivante dal presente studio, proposto in aggiornamento*: ambiti di dissesto eventualmente presenti nel quadro dissesti della Regione Lombardia e sottoposti a modifiche/integrazioni in seno al presente studio.

- *Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868:* sono state individuate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua dello studio del Reticolo Idrico Minore nel territorio comunale, definite in 10 m (e talora 5 m) dalle sponde esterne. In tutti i casi, il graficismo indicato in Carta dei Vincoli per le fasce di rispetto è indicativo; la distanza di 5 m o 10 m deve di fatto essere valutata puntualmente sul terreno e misurata sempre a partire dai cigli esterni delle sponde. Inoltre, **a causa di possibili errori cartografici, inaccessibilità delle aree, proprietà private, ecc. sarà sempre necessario determinare topograficamente di volta in volta la posizione delle fasce di rispetto in relazione alla reale posizione del reticolo, dal momento in cui lo stesso può talvolta differire da quello riportato in cartografia.**
- *Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:* zona di tutela assoluta e zona di rispetto delle captazioni pubbliche ad uso idropotabile (sorgenti e pozzi), individuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006 art. 94. Nel comune di Gandellino e nelle immediate vicinanze sono state riscontrate una serie di captazioni pubbliche idropotabili, le cui aree di salvaguardia sono state perimetrate con criterio geometrico-topografico, confermando le medesime captazioni dello studio geologico precedente. La ridefinizione con criteri più precisi delle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili è demandata ad uno studio di dettaglio appositamente predisposto. Questi vincoli non vanno confusi con il cosiddetto "Vincolo Idrogeologico" ai sensi del R.D.L. 30-12-1923 n. 3267, che non ha nessuna connessione con le opere di captazione.
- *Geositi:* nel territorio di Gandellino è stato individuato un geosito: la Conca Glaciale del Cardeto (geomorfologico). Si tratta di un'area di pianoro in quota caratterizzata dalla presenza di un circo glaciale costellato da una serie di laghetti.

4 SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI

➤ TAVOLA N. 4 – CARTA DI SINTESI

4.1 Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi

La fase di sintesi della cartografia relativa agli studi geologici di supporto ai Piani di Governo del Territorio prevede la realizzazione di una cartografia adeguata, che sintetizzi in scala opportuna (1:5.000) le principali problematiche di ordine geologico, geomorfologico, idrogeologico e idrologico separatamente indicate nella cartografia tematica.

Gli ambiti di criticità sono suddivisi in base alla tipologia di problema riscontrato, sulla scorta delle linee guida emanate dalla Regione Lombardia:

- *Aree vulnerabili per l'instabilità dei versanti*: problematiche connesse alla presenza di elevata acclività e di fenomeni di dissesto lungo i pendii (incluse le valanghe).
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*: problematiche legate alla presenza di corsi d'acqua e relativi fenomeni di dissesto (esondazioni), carenze delle opere di difesa spondale e simili.

In Gandellino le aree critiche più significative sono senz'altro quelle di tipo idraulico e di instabilità dei versanti.

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

È possibile, naturalmente, la coesistenza di problematiche diverse su di una medesima zona. In questo caso, se tale concomitanza è significativa, la Carta di Sintesi la rappresenta mediante la sovrapposizione grafica delle simbologie relative a ciascun fenomeno.

Si noti come vi sia corrispondenza fra gli ambiti individuati nella Carta di Sintesi e le classi di fattibilità indicate nella Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano. La presenza di elementi di vulnerabilità comporta l'attribuzione delle classi 2 e 3 (divise in ambiti), oppure, per i fenomeni più gravi, della classe 4 (ancora divisa in ambiti), a seconda del livello di criticità. La coesistenza di ambiti critici corrispondenti a classe 3 e 4 sulla medesima area comporta automaticamente l'attribuzione della classe 4, cioè la più vincolante, anche se nella realizzazione di interventi e nella predisposizione di indagini occorre tener conto delle prescrizioni e degli approfondimenti previsti per tutti i fenomeni di criticità presenti.

4.2 Individuazione delle aree di criticità

La distribuzione dei differenti ambiti di criticità geologica rispecchia fedelmente le problematiche del territorio.

In particolar modo:

- *Aree vulnerabili per l'instabilità dei versanti*
 - Aree di frana attiva (Fa): ambiti caratterizzati da fenomeni franosi attivi. I fenomeni compresi in questa categoria sono frane di scivolamento, crollo e colata. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Le aree sono concentrate nel comparto di versante, su ambedue le sponde del Serio, principalmente nell'alta Val Grabiasca, nella zona nord del territorio comunale e sul versante tra la Val Grassa e la Val Sedornia.
 - Aree di frana quiescente (Fq): ambiti caratterizzati da fenomeni franosi quiescenti. I fenomeni compresi in questa categoria sono principalmente frane di scivolamento e colate. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Si tratta di poche piccole aree, concentrate per lo più nella parte meridionale del territorio sul versante idrografico sinistro, e al confine nord con Valbondione.
 - Aree di frana relitta o stabilizzata (Fs): ambiti caratterizzati da fenomeni franosi relitti (paleofrane) o stabilizzati. I fenomeni compresi in questa categoria sono frane di qualsiasi tipo. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Le aree Fs sono presenti in alcuni punti del

territorio comunale, ma ad ogni modo non sono particolarmente estese né frequenti.

- Aree molto acclivi e/o in erosione accelerata (er): zone site in versante da acclive a molto acclive, con concomitanza di più problematiche geomorfologiche e geotecniche. In particolare si riscontrano coperture detritiche diffuse (depositi di versante), balze rocciose, tracce di erosione superficiale diffusa. La maggior parte dei comparti di versante esternamente ai centri abitati ricade in questo ambito. Più in particolare, ricadono in questi ambiti tutte quelle zone molto scoscese e possibilmente instabili che non presentano, però, chiari segnali di dissesto o perimetrazioni di dissesti sovraordinate. Si tratta di aree molto estese, occupando la quasi totalità dei versanti molto acclivi ad eccezione delle zone dissestate vere e proprie.
- Aree acclivi o prossime a scarpate acclivi (as): aree ad acclività medio-elevata o poste in immediata prossimità di scarpate acclivi, talora caratterizzate da presenza di fenomeni erosivi diffusi, ruscellamento concentrato, colluviamiento, soliflusso e soil creep. Distribuite in prevalenza lungo i versanti meno acclivi, soprattutto nelle fasce di raccordo tra i pendii montani più ripidi e le zone di fondovalle (Grabiasca, Gromo San Marino, Foppi e via dicendo), sono presenti anche in zone isolate a quote più alte, specialmente in corrispondenza di alpeggi e chiarie prative.
- Aree a pericolosità molto elevata o elevata di valanga (Ve): aree valanghive concentrate nel comparto di versante del comune, con notevole diffusione su ambedue i versanti. La maggior parte delle valanghe non raggiunge il fondovalle; fa eccezione quella di Gromo San Marino. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.

- Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267) (zona 1) (z1):
aree a rischio idrogeologico molto elevato individuate in corrispondenza delle frane Tezzi, Foppi e Ripa di Gromo. Le problematiche sono di franosità. La zona 1 delinea l'ambito a maggior rischio. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.
- Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ex PS 267) (zona 2) (z2):
aree a rischio idrogeologico molto elevato individuate in corrispondenza delle frane Tezzi, Foppi e Ripa di Gromo. Le problematiche sono di franosità. La zona 2 delinea l'ambito a rischio inferiore. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
 - Aree a pericolosità molto elevata di esondazione torrentizia (Ee): aree di pertinenza degli alvei attivi di alcuni corsi d'acqua, interessati o potenzialmente interessabili da fenomeni di esondazione ed erosione torrentizia molto frequenti. Queste aree coincidono con gli ambiti di dissesto Ee ubicati lungo gli alvei dei principali corsi d'acqua, soprattutto il Serio. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.
 - Aree a pericolosità elevata di esondazione torrentizia (Eb): aree di pertinenza degli alvei attivi di alcuni corsi d'acqua, interessati o potenzialmente interessabili da fenomeni di esondazione ed erosione torrentizia frequenti. Queste aree coincidono con gli ambiti di dissesto Eb ubicati in alcune aree lungo le sponde del Serio. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata

P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.

- Aree a pericolosità media o moderata di esondazione torrentizia (Em): aree interessate o potenzialmente interessabili da fenomeni di esondazione frequenti e di erosione torrentizia, anche se con minor grado di pericolosità rispetto alle aree Ee ed Eb. Queste aree sono concentrate in prevalenza lungo le sponde del Serio. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.
- Aree di conoide attivo non protette (Ca): aree occupate da conoidi attivi non protetti. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Si tratta di aree poste in corrispondenza di vari conoidi del territorio comunale.
- Aree di conoide attivo parzialmente protette (Cp): aree occupate da conoidi attivi parzialmente protetti. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Si tratta di aree poste in corrispondenza di vari conoidi del territorio comunale, in particolare quello della Val Sedornia.
- Aree di conoide completamente protette o non recentemente attivatosi (Cn): aree occupate da conoidi non attivatisi in tempi recenti e/o completamente protette. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Si tratta di aree diffuse su praticamente tutti i conoidi riconosciuti sul territorio comunale, inclusi quelli sottoposti a studi di dettaglio.

5 FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

➤ TAVOLA N. 5 – CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

5.1 Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità

La fase finale dello studio geologico di supporto al Piano di Governo del Territorio consiste nell'attribuzione delle opportune classi di fattibilità geologica agli ambiti di criticità emersi durante lo studio del territorio e sintetizzate nella Carta di Sintesi, tenendo conto anche dei vincoli geologici indicati nella relativa tavola.

La cartografia di fattibilità consiste di tavole in scala 1:2.000 relative ai centri abitati principali, più tre tavole in scala 1:5.000 su base aerofotogrammetrica comprensive dell'intero territorio comunale.

La cartografia di proposta ha influenza diretta e fattiva sulle scelte amministrative e sulle politiche del territorio, suddividendo il comune in aree ove la fattibilità delle azioni di piano è subordinata a precise prescrizioni di ordine geologico, che possono anche comportare l'inedificabilità (tranne per casi particolari) nel caso della classe 4. Non sono stati evidenziati, durante l'analisi del territorio, elementi sufficienti a giustificare l'introduzione della classe di fattibilità 1 (fattibilità senza particolari limitazioni). Pertanto, la classe di fattibilità meno limitante introdotta rimane la 2.

Sulla Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano (aggiornamento mosaico regionale in scala 1:10.000) viene riportata anche la zonizzazione sismica di primo livello (ambiti PSL) così come riportata nella Carta della Pericolosità Sismica Locale.

5.2 Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio

La distribuzione delle classi di fattibilità geologica sul territorio comunale di Gandellino rispecchia la localizzazione delle aree di criticità evidenziate nella cartografia di sintesi, scaturite dall'analisi territoriale rappresentata nella cartografia tematica.

La classe di fattibilità 2 (gialla), la meno limitante, occupa una porzione modesta del territorio comunale, nella zona della chiesa parrocchiale e del centro sportivo/religioso (incluso il cimitero). In questa porzione di territorio non sono state riscontrate importanti problematiche di ordine geologico; sarà ad ogni modo necessario attenersi alle norme di piano, con particolare riferimento all'esecuzione delle adeguate indagini geotecniche per le opere edilizie.

La classe di fattibilità 3 (arancio) occupa, con le sue varie suddivisioni, porzioni importanti del territorio comunale. Inoltre, essa funge generalmente da fascia di sicurezza fra le classi 2 e 4. Le zone più significative sono concentrate nel fondovalle seriano, nelle zone di raccordo con il versante principale, e in corrispondenza di agglomerati rurali o alpeggi privi di dissesti e con pendenze contenute (anche a quote elevate). Le problematiche riscontrate sono di varia tipologia, riconducibili principalmente a motivazioni geomorfologiche, idrauliche e di altro tipo già ampiamente descritte nel capitolo relativo alla cartografia di sintesi.

La classe di fattibilità 4 ha una distribuzione notevole sul territorio; d'altronde la grande quantità di dissesti e l'elevata acclività della maggior parte del comune non possono che implicare la presenza di vaste aree ricadenti in questa classe. In particolare, la classe 4 con le sue varie suddivisioni occupa:

- L'alveo attivo del Fiume Serio e di tutti i corsi d'acqua o impluvi più significativi.
- Le zone più pericolose dei conoidi.
- I versanti più ripidi.
- Tutte le aree in dissesto attivo e in pericolosità elevata di valanga.

Per la cartografia delle classi di fattibilità è stato seguito il criterio di utilizzare una suddivisione in ambiti di criticità, ad ognuno dei quali corrisponde una propria normativa di fattibilità.

È importante sottolineare come il graficismo dei limiti tra classi di fattibilità (come del resto quello degli ambiti di dissesto, dei vincoli, della sismicità locale e via discorrendo) non debba essere interpretato pedissequamente, ma verificato e valutato di volta in volta su ciascuna situazione locale, dato che la scala delle cartografie può creare inevitabilmente piccole imperfezioni o dubbi interpretativi.

5.3 Modifiche rispetto alla fattibilità precedente

La cartografia di fattibilità geologica è stata sottoposta ad una serie di modifiche rispetto alla fattibilità dello studio precedente. In particolare, si possono fare le seguenti considerazioni di carattere generale:

1. La classe di fattibilità 1 non è stata mai utilizzata, inserendo piuttosto le classi 2 o 3 a seconda del livello di criticità. Si ritiene infatti che la classe 1 sia poco cautelativa nel contesto di Gandellino.
2. Le nuove classi di fattibilità sono calibrate sulla base dei dissesti presenti, la cui perimetrazione deriva dagli strumenti della pianificazione sovraordinata, dai sopralluoghi di terreno e dagli studi geologici precedenti.
3. La classe di fattibilità 2 è stata ridotta ad un solo ambito, sulla base dei nuovi criteri di assegnazione delle classi ai dissesti.
4. La classe di fattibilità 4 è stata aumentata in tutto il territorio nelle aree ripide, cercando comunque di mantenere ampie aree in classe 3 nelle vicinanze di località montane abitate, frazioni e cascine.
5. Le basi cartografiche sono completamente cambiate rispetto allo studio precedente, con inevitabile necessità di introdurre adattamenti alle perimetrazioni anche per questioni topografiche.

6 NORME GEOLOGICHE DI PIANO

In allegato alla presente relazione sono riportate le prescrizioni normative tecniche per gli interventi urbanistici, con indicazione degli studi e delle indagini di approfondimento richieste, delle opere di mitigazione del rischio, degli interventi di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, della predisposizione di sistemi di monitoraggio e degli idonei piani di protezione civile; tali prescrizioni devono essere recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Governo del Territorio.

Per ciascun ambito di intervento, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata ad ogni poligono e dagli studi di approfondimento indicati nelle specifiche classi di fattibilità, devono essere comunque applicate le disposizioni previste dal D.M. 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” (pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – Supplemento Ordinario n. 30).

Si specifica che la Carta dei Vincoli, la Carta di Sintesi e la Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano, nonché le presenti Norme Geologiche di Attuazione, costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole, ai sensi dell’art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/2005.

Nota: recepimento parere regionale

Rispetto alla versione precedente (agosto 2014), su richiesta della Regione Lombardia, è stata modificata la norma relativa alla sottoclasse “4 Fq”, dando prevalenza alla norma della classe di fattibilità 4, in quanto più restrittiva, anziché all’art. 9 comma 3 del P.A.I. (cfr. allegato Norme Geologiche di Piano).

7 VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO

➤ TAVOLA N. 1 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

7.1 Premessa

Nel luglio 2014, Regione Lombardia ha deliberato l'aggiornamento della classificazione sismica dei comuni lombardi. Gandellino, così come tutti gli altri comuni, è passato dalla zona 4 alla zona 3. In questa zona è previsto l'approfondimento sismico di 2° livello sulle zone di pericolosità sismica locale Z3 e Z4.

La nuova classificazione vale da ottobre 2014, pertanto le elaborazioni sismiche eseguite e descritte nel presente capitolo rispecchiano ancora la situazione precedente, con il territorio ricadente in zona sismica 4.

Alla prima occasione utile (variante allo studio geologico del P.G.T.), si dovrà quindi procedere ad un aggiornamento della componente sismica secondo i criteri e le metodologie previste per i comuni ricadenti in zona 3.

7.2 Generalità e metodologie di analisi

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicata sulla G.U. n. 105 del 08-05-2003 Supplemento ordinario n. 72), viene effettuata una suddivisione del territorio nazionale su base sismica e vengono fornite le prime normative tecniche per le costruzioni nelle zone sismiche. La Regione Lombardia ha preso atto della classificazione di tale Ordinanza mediante la d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003. L'Ordinanza è peraltro entrata in vigore contestualmente al D.M. 14-09-2005 "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n. 222 del 23-09-2005 Supplemento ordinario n. 159.

Grazie alla nuova Ordinanza, si è passati dalla vecchia classificazione sismica del territorio nazionale (D.M. 5 marzo 1984) alla suddivisione nuova che, per la Lombardia, classifica 41 comuni in zona 2, 238 comuni in zona 3 e 1267 comuni in zona 4.

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
 PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12

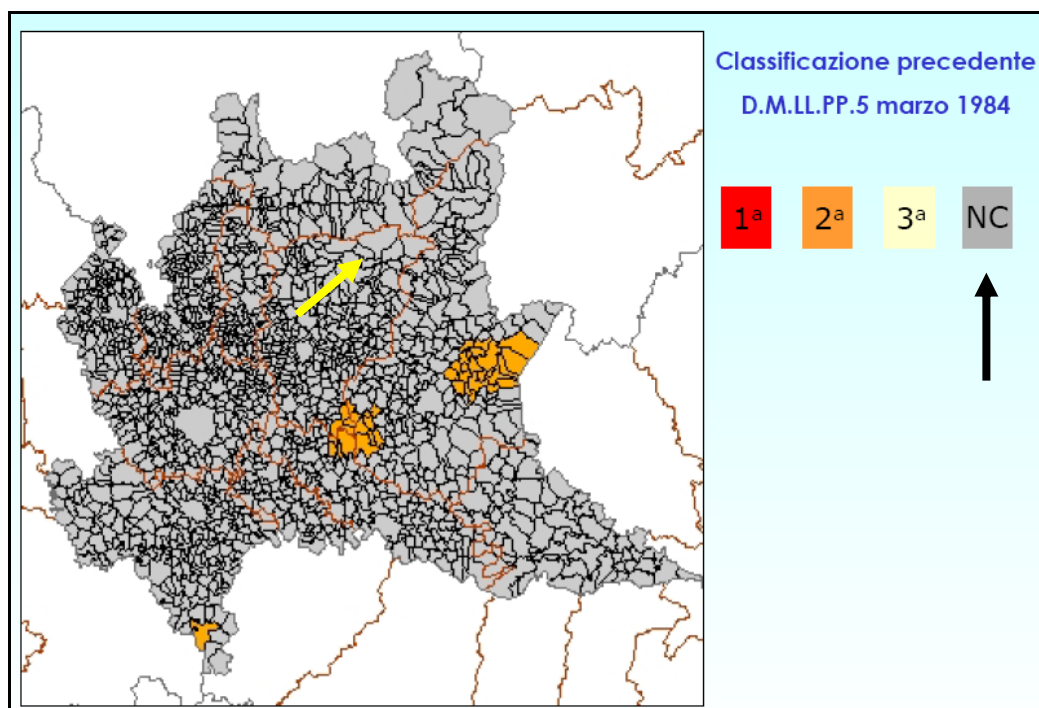
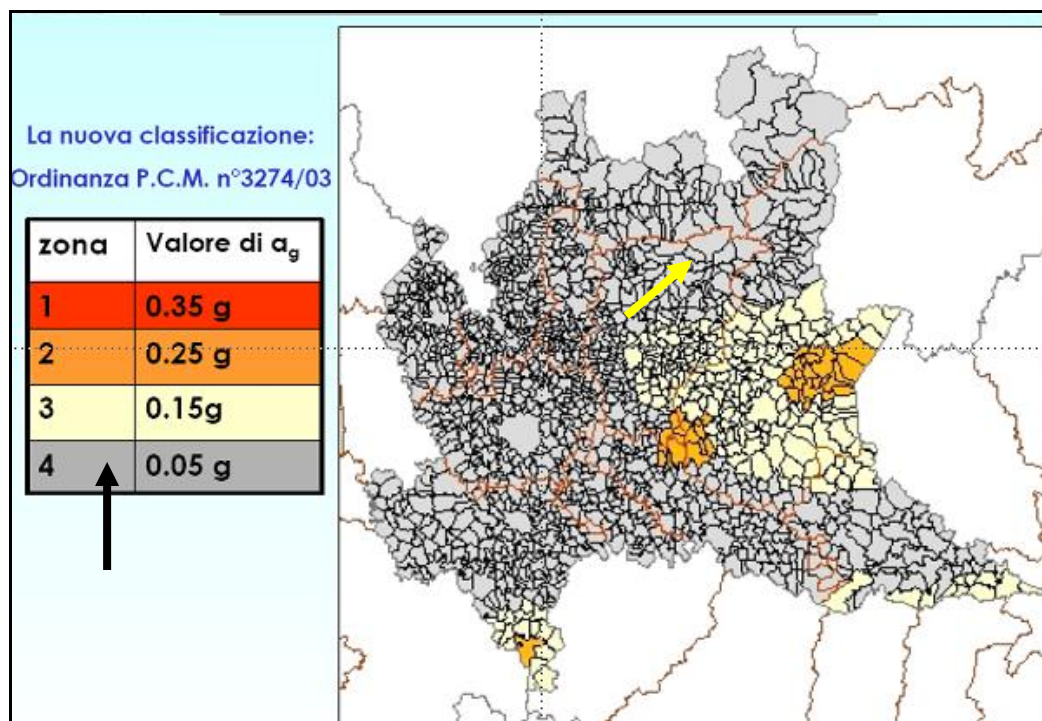


Figura 1 - Vecchia e nuova classificazione sismica (indicata in giallo la zona di Gandellino)



Al fine di sviluppare una metodologia di valutazione dell'amplificazione sismica locale

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

in adempimento alle nuove normative nazionali, la Regione Lombardia ha predisposto uno studio pilota, elaborato dal Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, basato sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate in aree campione del territorio regionale.

Tale metodologia, esaustivamente descritta nell'Allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/2005, prevede studi basati su **tre livelli di approfondimento crescente**.

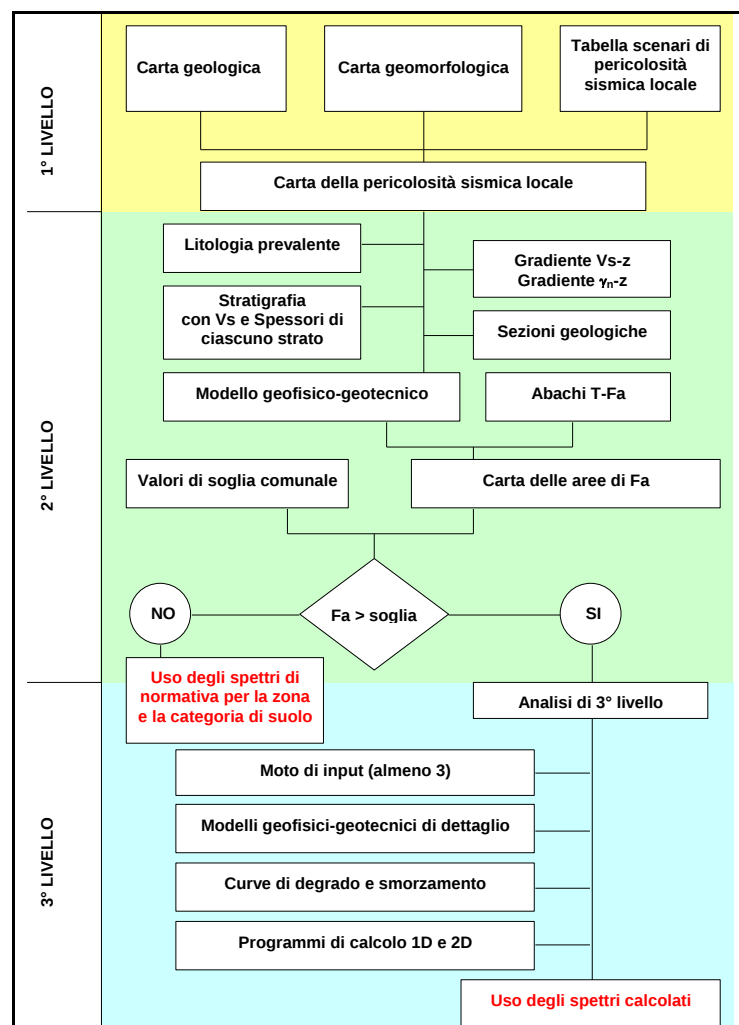


Figura 2 - Diagramma dei percorsi di definizione dei tre livelli di approfondimento sismico
[Criteri attuativi L.R. 12/05 – Regione Lombardia]

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

Il **1° livello**, obbligatorio per tutti i comuni (quindi anche quelli classificati in zona 4), consiste in una zonazione del territorio comunale in aree a diverso grado di pericolosità sismica locale, sulla base degli elementi geologici e geomorfologici presenti, nonché la redazione di una Carta della Pericolosità Sismica Locale contenente tali perimetrazioni.

Il **2° livello** prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione sismica nelle aree perimetrate dalla Carta della Pericolosità Sismica Locale. Tale caratterizzazione, che deve essere effettuata secondo le metodologie specifiche descritte nel suddetto Allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/2005, fornisce una stima della risposta sismica dei terreni, costituita da un *fattore di amplificazione Fa*. Mediante il 2° livello di approfondimento si individuano quelle aree dove la normativa nazionale non è sufficiente a salvaguardare dagli effetti dell'amplificazione sismica locale, ovvero quelle zone dove il fattore di amplificazione Fa calcolato è superiore al valore Fa di soglia fornito per il comune dal Politecnico di Milano. In queste aree bisogna procedere con gli approfondimenti di 3° livello, oppure usare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore. Il 2° livello di approfondimento è obbligatorio per i comuni classificati in zona 2 e 3 che posseggono zone di amplificazione sismica Z3 e Z4 (cfr. tabella nelle pagine seguenti) interferenti con i centri abitati o gli ambiti di possibile espansione urbanistica. Inoltre il 2° livello è obbligatorio anche per i comuni classificati in zona 4 che posseggono zone di amplificazione sismica Z3 e Z4 interferenti con costruzioni strategiche rilevanti (individuate dalla d.g.r. n. 14964/2003); gli stessi comuni possono decidere di estendere questo livello di approfondimento anche ad altre tipologie di edifici. I valori Fa di soglia determinati per il comune di Gandellino sono riportati nella tabella seguente.

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
 PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,5 E 1,5 s				
	Valori soglia			
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
FORESTO SPARSO	1.7	2.4	4.3	3.1
FORNOVO SAN GIOVANNI	1.7	2.4	4.3	3.1
FUIPIANO VALLE IMAGNA	1.7	2.4	4.2	3.1
GANDELLINO	1.7	2.4	4.1	3.0
GANDINO	1.7	2.4	4.2	3.1
GANDOSSO	1.7	2.4	4.3	3.1
GAVERINA TERME	1.7	2.4	4.2	3.1

Valori soglia per il periodo 0,5-1,5 s nei diversi tipi di suoli del comune di Gandellino

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,1 E 0,5 s				
	Valori soglia			
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
FORESTO SPARSO	1.5	1.9	2.3	2.0
FORNOVO SAN GIOVANNI	1.5	1.9	2.3	2.0
FUIPIANO VALLE IMAGNA	1.4	1.9	2.2	2.0
GANDELLINO	1.4	1.8	2.2	1.9
GANDINO	1.4	1.9	2.2	2.0
GANDOSSO	1.5	1.9	2.3	2.0
GAVERINA TERME	1.4	1.9	2.2	2.0

Valori soglia per il periodo 0,1-0,5 s nei diversi tipi di suoli del comune di Gandellino

Il **3° livello** di approfondimento, da eseguirsi secondo le linee guida emanate dalla Regione Lombardia, implica la definizione degli effetti di amplificazione sismica mediante indagini ed analisi approfondite. In fase progettuale, questo livello si applica quando un comune è caratterizzato dalla presenza di zone di amplificazione sismica Z1, Z2 e Z5, oppure quando possiede zone Z3 e Z4 per le quali il 2° livello mostra l'insufficienza della normativa nazionale. Il 3° livello è inoltre obbligatorio per la progettazione di edifici il cui uso prevede affollamento, per industrie pericolose da un punto di vista ambientale, per reti viarie e ferroviarie essenziali o strategiche.

Occorre precisare che gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti nelle aree che, per caratteristiche geologiche o per vincoli normativi, sono escluse dall'edificazione.

Il comune di Gandellino ricade in zona sismica 4, perciò è stato applicato soltanto il 1° livello di approfondimento, con la zonizzazione del territorio e la realizzazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.

In seguito all'analisi sismica di primo livello, nel territorio di Gandellino sono stati individuati alcuni ambiti interessati dall'amplificazione sismica a vari livelli. In particolare:

- **Z1a zone caratterizzate da movimenti franosi attivi** (effetto sismico di instabilità). Individuate in corrispondenza di tutti gli ambiti di franosità attiva e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato individuati nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. e nella Carta di Sintesi. A questa zona di amplificazione sismica è attribuita la classe di pericolosità sismica H3.

- **Z1b zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti** (effetto sismico di instabilità). Individuate in corrispondenza di tutti gli ambiti di franosità attiva e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato individuati nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. e nella Carta di Sintesi. A questa zona di amplificazione sismica è attribuita la classe di pericolosità sismica H2.
- **Z1c zone potenzialmente franose** (effetto sismico di instabilità). Sono state classificate in questo ambito le aree di frana relitta/stabilizzata. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z3a zone di ciglio $H > 10$ m (scarpate con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)** (effetto sismico di amplificazione topografica). Elementi lineari individuati lungo le principali scarpate e rotture di pendenza importanti. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate** (effetto sismico di amplificazione topografica). Ambiti lineari individuati in corrispondenza delle creste dei cocuzzoli nel settore montano del territorio. Ascrivibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi** (effetto sismico di amplificazione litologica). Ricadono in questo ambito tutte le aree costituite da depositi alluvionali e fluvioglaciali, principalmente posti lungo il Fiume Serio ed i principali corsi d'acqua. Questi ambiti sono attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre** (effetto sismico di amplificazione litologica). Ricadono in questa zona le conoidi e le fasce detritiche poste lungo i versanti e molto diffuse su tutto il territorio di Gandellino. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.

- **Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)** (effetto sismico di amplificazione litologica).
Zone caratterizzate dalla presenza (esclusiva o prevalente) di depositi glaciali e fluvioglaciali con morfologie moreniche, localizzate in varie zone del territorio di Gandellino. Ascrivibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z4d - Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale** (effetto sismico legato ai comportamenti differenziali).
Zone caratterizzate dalla presenza (esclusiva o prevalente) di coltri eluvio-colluviali e ascrivibili alla classe di pericolosità sismica H2.

Le zone Z2 e Z5 non sono state individuate nel territorio comunale di Gandellino.

Come già accennato, tutti gli ambiti elencati sono cartografati nella Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale (in scala 1:5.000). Essi sono anche stati sovrapposti, mediante retinature trasparenti, alla Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano, in particolare solo nella tavola *aggiornamento mosaico regionale - 10m*.

Poiché è possibile l'associazione di diversi effetti sismici (e.g. amplificazioni litologiche e topografiche), vi può essere concomitanza di più ambiti, espressa dalla sovrapposizione delle relative simbologie e retinature.

Per la realizzazione di qualsiasi opera, ed a maggior ragione di opere pubbliche o strategicamente rilevanti, l'aspetto sismico dovrà sempre essere attentamente valutato.

8 CONCLUSIONI

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Gandellino è stato redatto il presente Adeguamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della Legge Regionale n. 12 del 11-03-2005.

Lo studio si compone della presente Relazione Tecnica e di un repertorio cartografico composto da tavole di vincolo-sintesi e di proposta, realizzati mediante la sintesi di tutti gli elementi emersi dalla ricerca bibliografica e dai rilievi di terreno.

La geologia del comune di Gandellino si riflette inevitabilmente sui caratteri morfologici, idrologici e idrogeologici del suo territorio.

In generale, si tratta di un territorio montano, che racchiude in sé i caratteri tipici dell'alta Valle Seriana, con morfologie complesse, una grande varietà di dissesti ed una notevole ricchezza geologica.

Le problematiche connesse ai dissesti sono molto significative. In particolare vi sono alcune aree a rischio idrogeologico molto elevato, suddivise in zona 1 e zona 2. Vi sono poi altri fenomeni franosi diffusi (prevalentemente crolli in roccia), sia attivi che quiescenti e (in misura minore) relitti/stabilizzati, in varie parti del territorio. Anche le valanghe sono molto numerose e diffuse. Dal punto di vista delle problematiche idrauliche, allo sbocco di numerosi impluvi si riscontra la presenza di conoidi, zonizzati nelle varie zone di rischio (Ca, Cp e Cn). Inoltre, praticamente tutti i corsi d'acqua incluso il Fiume Serio sono caratterizzati da fenomeni di potenziale esondazione, e presentano pertanto una zonizzazione del rischio sulla base delle aree Ee, Eb ed Em del P.A.I.

Si ribadisce la necessità di rispettare le norme di polizia idraulica e le fasce di rispetto (che devono sempre essere valutate puntualmente sul terreno mediante rilievi topografici) per tutti i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale ed al Reticolo Idrico Minore. Le fasce di rispetto riportate nella Carta dei Vincoli hanno valore indicativo; lo studio del Reticolo Idrico Minore comunale fa testo per qualsiasi valutazione specifica. Per quanto attiene ai corsi d'acqua, si ritiene necessario adottare adeguate politiche di tutela e di manutenzione di tutti i torrenti, verificando attentamente lo stato degli alvei e dei tombotti e prevedendo interventi di pulizia periodica. Tali interventi hanno una doppia valenza idraulica ed ecologica.

La cartografia di proposta nasce dall'attenta valutazione di tutti gli elementi di criticità riassunti nelle tavole di vincolo e di sintesi (che tengono conto, a loro volta, della cartografia tematica di inquadramento). Le carte di fattibilità delle azioni di piano, infatti, stabiliscono le attitudini dei diversi ambiti territoriali nei confronti dei futuri interventi urbanistici. Per la realizzazione di queste carte e, di concerto, delle norme geologiche di piano, si è scelto un approccio fortemente legato alla normativa vigente ed agli strumenti di pianificazione sovraordinata, suddividendo le classi di fattibilità in numerosi ambiti, ad ognuno dei quali sono associate una o più norme in base alle criticità riscontrate ed alle limitazioni esistenti (ad esempio, perimetrazioni P.A.I.).

Nei prossimi anni sarà infatti importante valutare con molta attenzione la sostenibilità territoriale di eventuali ulteriori espansioni insediative. Si dovrà considerare la disponibilità della risorsa primaria, l'acqua, che rappresenta in ogni caso un fattore di criticità: le falde sotterranee e le opere di captazione, infatti, necessitano sempre di adeguate politiche di tutela. Eventuali nuove future captazioni idropotabili dovranno disporre di aree di salvaguardia adeguatamente individuate e perimetrate. Anche le aree di salvaguardia già individuate potranno essere ridefinite sulla base di criteri più precisi qualora necessario.

Nella pianificazione urbanistica, sarà necessario tenere conto di tutte le aree di criticità geologica e dissesto individuate sul territorio. In linea di massima, l'espansione urbanistica dovrebbe di principio concentrarsi sulle aree contraddistinte dal grado di criticità geologica più basso possibile, quali per esempio le zone ricadenti in classe di fattibilità 2 e quelle ricadenti nelle classi 3 meno critiche.

Significativa dovrà peraltro essere l'attuazione di politiche di valorizzazione (o eventuale recupero) di aree caratterizzate da un elevato valore paesaggistico e naturalistico. Sono certamente da citare, tra gli ambiti più significativi del territorio e degni della maggiore attenzione, la Conca del Cardeto, la Val Grabiasca e la Val Sedornia, tutte zone caratterizzate da elevatissimo pregio naturalistico, paesaggistico ed alpinistico, oltre che strettamente geologico e geomorfologico.

Nella progettazione ed esecuzione di qualsiasi intervento pubblico o privato, occorrerà attenersi scrupolosamente a tutte le norme geologiche stabilite dal presente studio, sia per quanto concerne le indagini geologico-geotecniche richieste caso per caso, sia per quanto attiene alle prescrizioni tecniche, ai divieti ed agli accorgimenti costruttivi, anche in termini di normativa sismica. Si ricorda poi che la Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano deve sempre essere consultata di concerto con le altre cartografie di proposta, in particolare la Carta di Sintesi e la Carta dei Vincoli, poiché determinati vincoli normativi (quali ad esempio le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, le aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili, i geositi, ecc.) sono riportati solamente su queste carte. Si rammenta anche che le norme di piano contenenti articoli stralciati da strumenti legislativi esterni (quali ad esempio le norme di attuazione del P.A.I. per i dissesti e le valanghe) devono sempre essere controllate utilizzando le versioni vigenti di tali strumenti, poiché non si può escludere che essi possano essere, in futuro, sottoposti a modifiche,

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

integrazioni o variazioni rispetto ai testi attuali. Gli articoli di legge esterni riportati nel presente documento rappresentano dunque un riferimento legislativo utile per una rapida ed efficace consultazione, ma devono sempre essere verificati con gli strumenti legislativi originali.

Ranica, **aggiornamento dicembre 2014**

Dott. Geol. Sergio Ghilardi

9 BIBLIOGRAFIA

Per la redazione dello studio geologico sono stati consultati i seguenti riferimenti principali:

1. Studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale (Studio GeoTer, febbraio 1997)
2. Adeguamento dello studio geologico ai sensi della L.R. 41/97 alla D.G.R. 29 ottobre 2001 – n° 7/6645, comprensivo di tre approfondimenti sui conoidi Sedornia, Bondo e Grabiasca (Studio G.E.A., marzo 2003)
3. 1° Variante alla Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano ai sensi della L.R. 11-03-2005 n. 12 (Studio G.E.A., agosto 2007)
4. Carta Geologica della Provincia di Bergamo e relative Note Illustrative (Provincia di Bergamo, 2000)
5. Mosaico informatizzato degli studi geologici comunali della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
6. Inventario dei Fenomeni Franosi (GeoIFFI) della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
7. Sistema Informativo Regionale Valanghe (SIRVAL) della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
8. Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (Cartografia Geoambientale della Regione Lombardia)
9. Applicativo Studi Geologici Comunali e Quadro Dissesti P.A.I. Aggiornato, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
10. Criteri attuativi L.R. 12/2005 per il Governo del Territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

COMUNE DI GANDELLINO
Committente: Amministrazione Comunale
**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12**

(Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n. 13 – edizione speciale del 28 marzo 2006 e s.m.i.)

11. Cartografia Geoambientale della Regione Lombardia
12. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia di Bergamo, 2001)
13. Atlante dei Dissesti P.A.I. e delle Fasce Fluviali, consultabile su www.adbpo.it