



*Ambiente  
Geologia  
Energia*

# Piano di Governo del Territorio

Componente  
geologica,  
idrogeologica e  
sismica

XXXXXXXXXX



**COMUNE DI**

**XXXXXXXXXX**

# RIFERIMENTI NORMATIVI

La D.G.R. 9/2126 del 30 novembre 2011 aggiorna le linee guida per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005.

La D.G.R. 9/2129 del 11 luglio 2014 *Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia* ha modificato la classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia, tra i quali XXXXXX.

La D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017 *Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) [...]* fornisce le modalità di recepimento del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione.



# D.G.R. 9/2129 DEL 11 LUGLIO 2014

03108006	MB	BELLUSCO	3	0,076241
03108007	MB	BERNAREGGIO	3	0,070268
03108008	MB	BESANA IN BRIANZA	3	0,055003
03108009	MB	BIASSONO	3	0,055888
03108010	MB	BOVISIO MASCIAGO	4	0,047326

Il Comune di XXXXXX, precedentemente classificato nella zona 4, è ora inserito nella Zona 3, che ha un grado di pericolosità maggiore.

Questa modifica ha comportato un diverso grado di approfondimento anche a livello pianificatorio, in particolare nel grado di approfondimento sismico previsto dalle norme del P.G.T..

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando <math>F_a</math> calcolato &gt; valore soglia comunale;</li><li>- Nelle zone PSL Z1 e Z2.</li></ul>
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o.n. 19904/03)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando <math>F_a</math> calcolato &gt; valore soglia comunale;</li><li>- Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.</li></ul>

PSL = Pericolosità Sismica Locale

# 1° LIVELLO – AREE PSL

Obbligatorio per tutti i comuni lombardi ed esteso a tutto il territorio comunale

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



## 2° LIVELLO – FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. 9/2129 per il comune di XXXXXX è necessario eseguire il 2° livello di approfondimento sismico, in fase pianificatoria, nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con l'urbanizzato e l'urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili.

Consiste nel calcolo dei fattori di amplificazione sismica ( $F_a$ ) tipici delle aree in esame e nel loro successivo confronto con i valori soglia regionali.

La procedura di analisi differisce se riferita agli effetti morfologici piuttosto che litologici.



# AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

La procedura consente la stima del  $Fa$  negli scenari di cresta rocciosa, scarpata o cocuzzolo, caratterizzati da pendii con inclinazione di almeno  $10^\circ$  e i cui rilievi sono costituiti da materiale con  $V_s \geq 800$  m/s.

La procedura di secondo livello per gli effetti morfologici consente di stimare i valori del  $Fa$  solo per l'intervallo tipico di oscillazione 0,1 – 0,5 s, a causa di alcune limitazioni del metodo di calcolo utilizzato per la formulazione delle schede di valutazione.

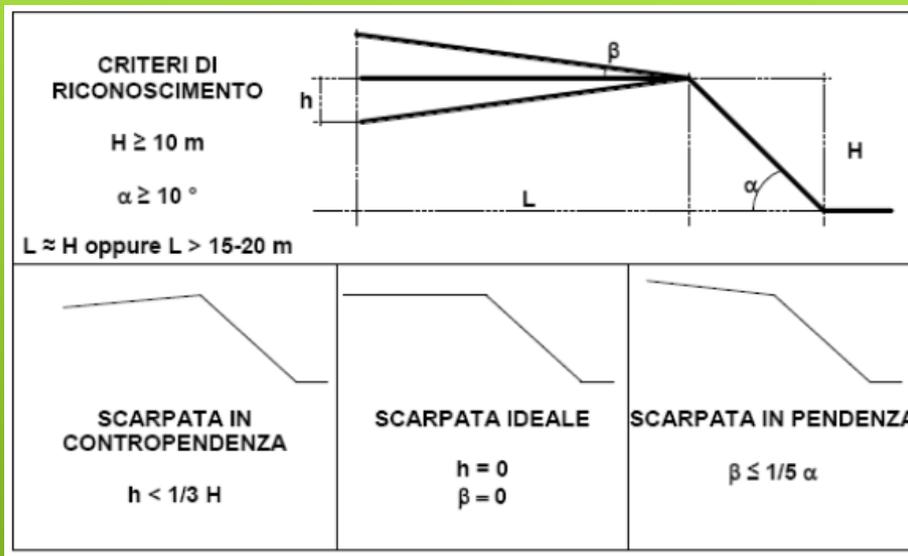
Per implementare questo livello di approfondimento è necessario individuare la tipologia morfologica dei rilievi, calcolare il  $Fa$  e confrontarlo con i valori di soglia



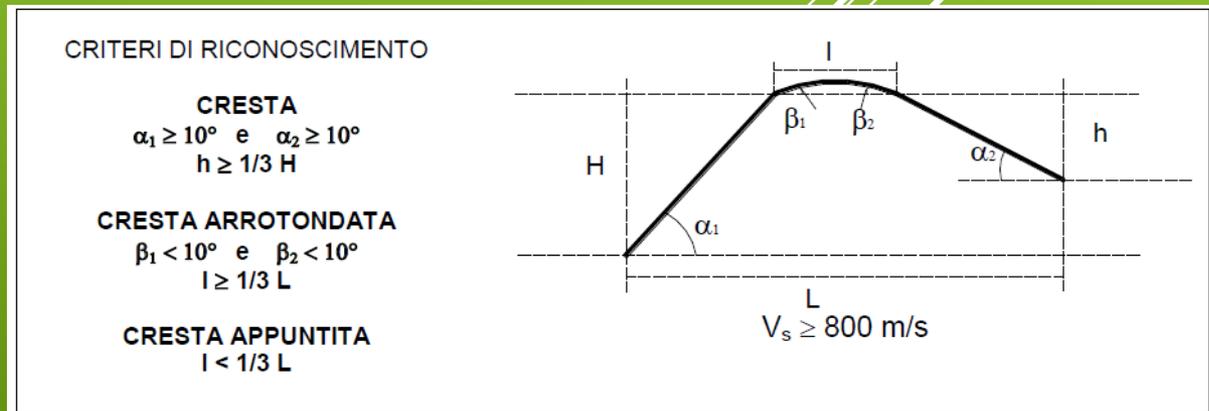
# AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA



## Scarpata



## Cresta



	$L > 350$	$250 < L < 350$	$150 < L < 250$	$L < 150$
<b>Creste Appuntite</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{1.11H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.93H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.73H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.40H/L}$
<b>Creste Arrotondate</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			

# AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

**TAB. 2: VALORI MASSIMI DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA  $St$  (NTC18).**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica		$St$
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $1 \leq 15^\circ$	-	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

**TAB. 3: CONFRONTO TRA I VALORI CALCOLATI E I VALORI SOGLIA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE.**

Sezione	Scenario	Fa	Soglia	Cat.
S 1	Scarpata	1,2	1,2	T2
S 2	Scarpata	1,1	1,2	T2
S 3	Scarpata	1,1	1,2	T2
S 4	Scarpata	1,2	1,2	T2
S 5	Cresta	1,1	1,2	T3
S 6	Cresta	1,1	1,2	T3
S 7	Cresta	1,1	1,2	T3
S 8	Cresta	1,1	1,2	T3
S 9	Cresta	1,1	1,2	T3
S 10	Scarpata	1,2	1,2	T2
S 11	Scarpata	1,2	1,2	T2
S 12	Scarpata	1,1	1,2	T2
S 13	Scarpata	1,1	1,2	T2
S 14	Scarpata	1,1	1,2	T2
S 15	Scarpata	1,2	1,2	T2
S 16	Cresta	1,1	1,2	T3
S 17	Scarpata	1,1	1,2	T2
S 18	Scarpata	1,1	1,2	T2

L'analisi di 2° livello è stata condotta su 18 sezioni

In esse i  $Fa$  sono contenuti nei limiti di soglia  $St$

# AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

La procedura consente la stima del *Fa* negli scenari di amplificazione litologica prevede l'identificazione della litologia prevalente e il raffronto del profilo delle **Vs** con l'apposito abaco contenuto nelle schede fornite dalla Regione Lombardia.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificare l'andamento delle **Vs** con la profondità e valutare il *Fattore di Amplificazione*.

Il *Fa* calcolato, al netto delle approssimazioni dovute a favore di sicurezza, deve essere confrontato con i valori soglia forniti da Regione Lombardia.

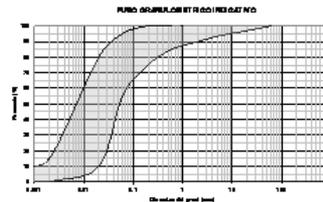


# AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA



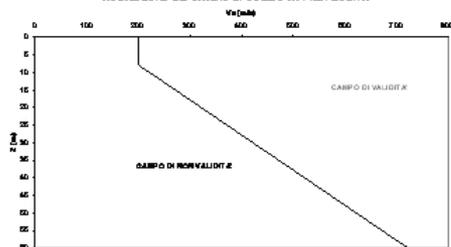
**GRANULOMETRIA:**  
Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

**NOTE:**  
Comportamento coesivo  
Frazione limosa ad un massimo del 95%  
Presenza di clasti immersi con  $D_{max} < 2-3$  cm  
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%  
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%  
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%  
**A FIANCO:** range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

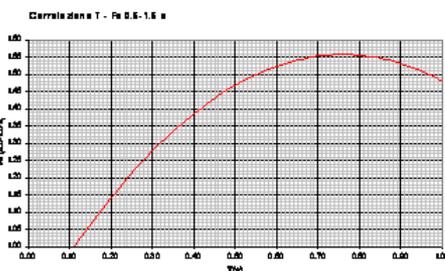
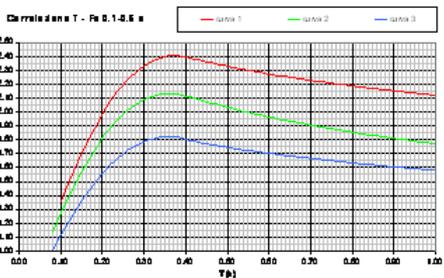


PARAMETRO	UNITA'	INTERVALLO
Peso di volume naturale	$\gamma_{nat} (kN/m^3)$	18.8-19.8
Peso specifico particelle solide	$\gamma_s (kN/m^3)$	26.0-27.0
Contenuto di acqua naturale	w (%)	28-30
Limite di liquidità	w <sub>L</sub> (%)	25-28
Limite di plasticità	w <sub>p</sub> (%)	15-20
Indice di plasticità	I <sub>p</sub> (%)	8-10
Indice dei vuoti	e	0.50-0.6
Indice di saturazione	S <sub>r</sub> (%)	80-85
Coeficiente di spinta idrostatica	K <sub>0</sub>	0.40-0.5
Indice di compressione	C <sub>c</sub>	0.10-0.20
Indice di difformazione	C <sub>u</sub>	0.005-0.008
Coeficiente di consolidazione secondario	C <sub>α</sub>	0.005-0.008
Valore caratteristico SPT (in 30 cm)	N <sub>60</sub>	5-30

ANDAMENTO DEI VALORI DI  $V_{c0.1-0.5}$  LA PROFONDITA'



Probabilità primo strato (m)



$$Fa_{0.1-0.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -13.97T^2 + 10.47T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -12.87T^2 + 9.27T + 0.48$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -10.67T^2 + 7.67T + 0.46$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

Esempio di scheda litologica

# AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA

Valutazione dei  $F_a$  e confronto con le soglie regionali.

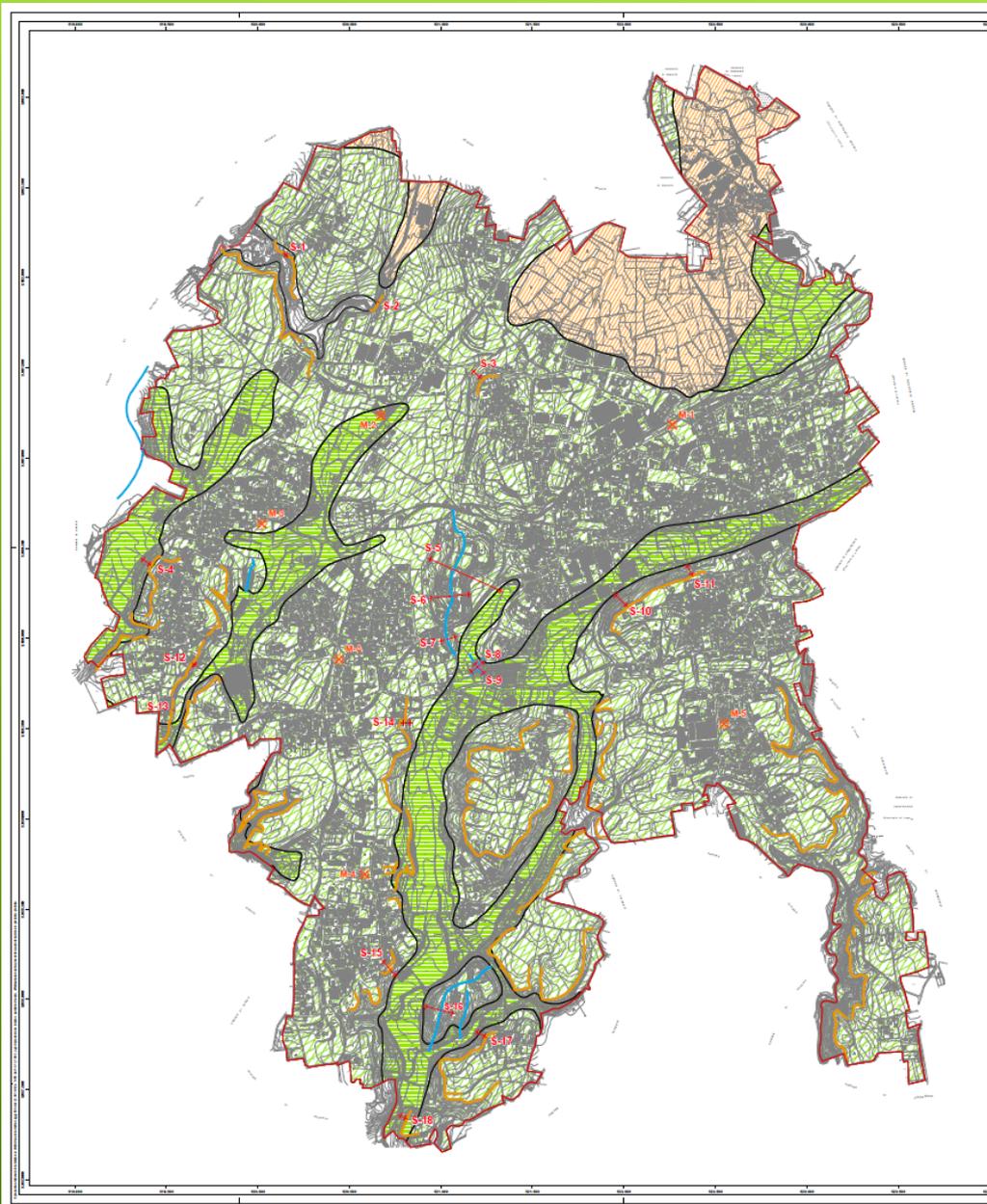
**TAB. 5: FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STIMATI**

	periodo compreso tra 0,1 – 0,5 s	periodo compreso tra 0,5 – 1,5	$V_{Seq}$ [m/s]	$Z_{eq}$ [m]
Sito 1	1,6+0,1	1,3+0,1	425/412	26,79/28,5
Sito 2	1,3+0,1	1,1+0,1	494/492	29,5/29,32
Sito 3	1,3+0,1	1,1+0,1	613/566	25,62/20,68
Sito 4	1,7+0,1	1,3+0,1	462/461	30/30
Sito 5	1,3+0,1	1,3+0,1	453/543	22,15/22,22
Sito A	1,7+0,1	1,5+0,1	495	30

**TAB. 6: CONFRONTO TRA VALORI CALCOLATI E VALORI SOGLIA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**

Periodo	suolo tipo B		suolo tipo C		suolo tipo D		suolo tipo E	
	0,1 -0,5	0,5 – 1,5	0,1 -0,5	0,5 – 1,5	0,1 -0,5	0,5 – 1,5	0,1 -0,5	0,5 – 1,5
<b>Soglia</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	<b>4,2</b>	<b>2,0</b>	<b>3,1</b>
Sito 1	1,7	1,4	--	--	--	--	--	--
Sito 2	1,4	1,2	--	--	--	--	--	--
Sito 3	1,4	1,2	--	--	--	--	--	--
Sito 4	1,8	1,4	--	--	--	--	--	--
Sito 5	1,3	1,4	--	--	--	--	--	--
Sito A	1,8	1,6	--	--	--	--	--	--

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



Provincia di Monza e Brianza  
**COMUNE DI BESANA IN BRIANZA**



Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.  
ai sensi della D.G.R. 9/2616 del 30 novembre 2011

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

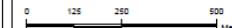
**TAV. 1**

Scenari di Pericolosità Sismica Locale (PSL)

-  Classe Z2a - Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)
-  Classe Z3a - Zona di ciglio di scarpata
-  Classe Z3b - Zona di creta rocciosa e/o calcuzio
-  Classe Z4a - Zona di fondovale con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
-  Classe Z4b - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltre loessiche)

Indagini geofisiche

-  MASW - Proiezione sismica di tipo MASW - Analisi multimodale delle onde superficiali (Multichannel Analysis of Surface Waves)
-  Sezioni di analisi dell'amplificazione morfologica



Scala 1:10.000

dicembre 2018

Europa - Bergamo



# 3° LIVELLO

Nel comune di XXXXXX è necessario applicare il 3° livello di approfondimento sismico nei seguenti casi:

- Scenari PSL Z1;
- Scenari PSL Z3:
  - Per strutture con periodo di oscillazione caratteristico 0,1-0,5 s nelle aree individuate con  $Fa > St$ ;
  - Per strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani;
- Scenari PSL Z4:
  - Per strutture con periodo di oscillazione caratteristico 0,1-0,5 s.

Il 3° livello di approfondimento sismico, da implementare in fase progettuale, prevede un approccio quantitativo che dovrà essere svolto ricorrendo a metodologie strumentali o numeriche.



# AGGIORNAMENTO PGRA

Il P.G.R.A, predisposto in attuazione del D.Lgs 49/2010 di recepimento della "Direttiva Alluvioni" 2007/60/CE è stato approvato con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (G.U. n. 30 del 6 febbraio 2017).

Il Piano ha come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.



# AGGIORNAMENTO PGRA

Le aree allagabili individuate, per quanto concerne la Regione Lombardia, riguardano i seguenti "ambiti territoriali":

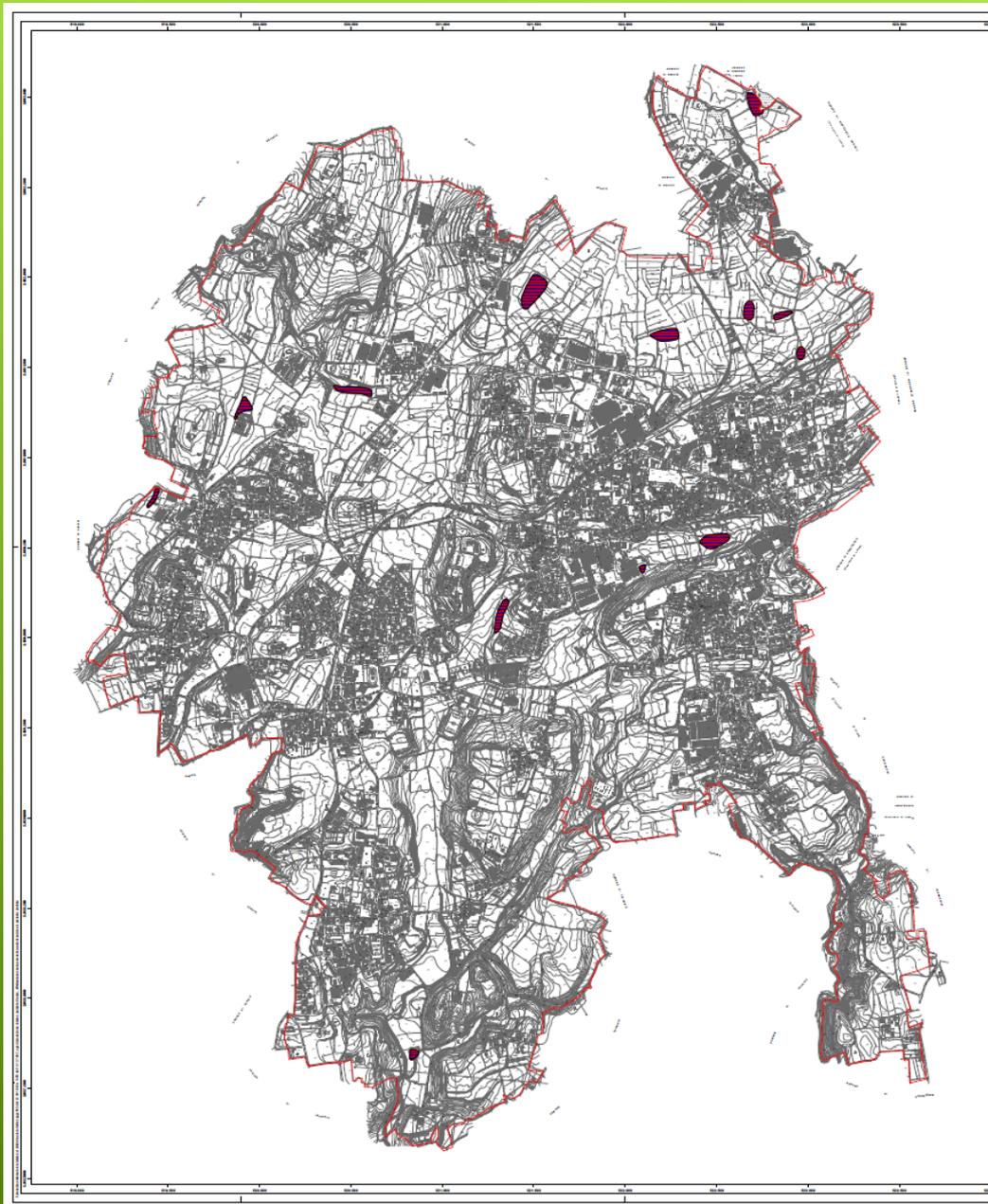
- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
- **Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);**
- Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree costiere lacuali (ACL).

Le aree allagabili in ambito di RSCM hanno recepito gli azionamenti della *Carta del dissesto con legenda uniformata al P.A.I.*, inserita quale proposta di aggiornamento all'Elaborato 2 del P.A.I. nella previgente componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di XXXXXX.

I tematismi del P.G.R.A., congiuntamente a quelli del P.A.I. sono individuati nella *Carta PAI – PGRA* (Tavola 3) redatta secondo le indicazioni della D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017.



# CARTA PAI - PGRA



Provincia di Monza e Brianza  
**COMUNE DI BESANÀ IN BRIANZA**



Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.  
al sensi della D.G.R. 9/2616 del 30 novembre 2011

CARTA P.A.I. - P.G.R.A.

TAV. 3

P.A.I. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici



Er: Area a pericolosità di esondazione molto elevata

P.G.R.A. - Aree allagabili reticolo secondario collinare montano (RSCM)



Area PSIH: Area interessata da alluvioni frequenti



*Roberto Bellotti*

0 125 250 500  
Metri

Scala 1:10.000

dicembre 2018

Europa - Bergamo



# INVARIANZA IDRAULICA

Il Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 della Lombardia individua e norma i criteri e i metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica, ai sensi dell'art. 58bis della Legge Regionale n. 12 del 11 marzo 2005.

Il regolamento disciplina l'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica per i singoli interventi edilizi che comportano l'impermeabilizzazione del suolo, nonché l'adeguamento degli strumenti urbanistici e dei regolamenti edilizi.

Il comma 5, lettera a) dell'art. 14 del R.R. 7/2017 prevede il recepimento delle risultanze dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico (comma 7) o del Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale (comma 8) all'interno della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T..



# INVARIANZA IDRAULICA

## MISURE STRUTTURALI

Le misure strutturali prevedono l'individuazione di aree destinate al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, sia per la parte urbanizzata che per gli ambiti di nuova trasformazione. Tali aree devono essere riservate a tale scopo, escludendone pertanto qualsiasi possibilità edificatoria.

Nel territorio comunale di XXXXXX è stata individuata un'area di laminazione nei pressi della frazione Calò che avrà la possibilità di laminare circa 26.000 m<sup>3</sup>.

Tale area è individuata nel progetto di fattibilità tecnica ed economica delle "Aree di esondazione controllata del Rio Brovada in Comune di Besana in Brianza e Triuggio".



# INVARIANZA IDRAULICA

## Progetto

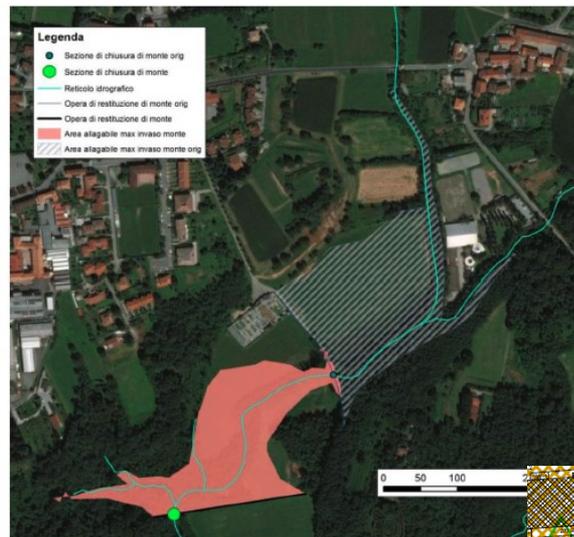
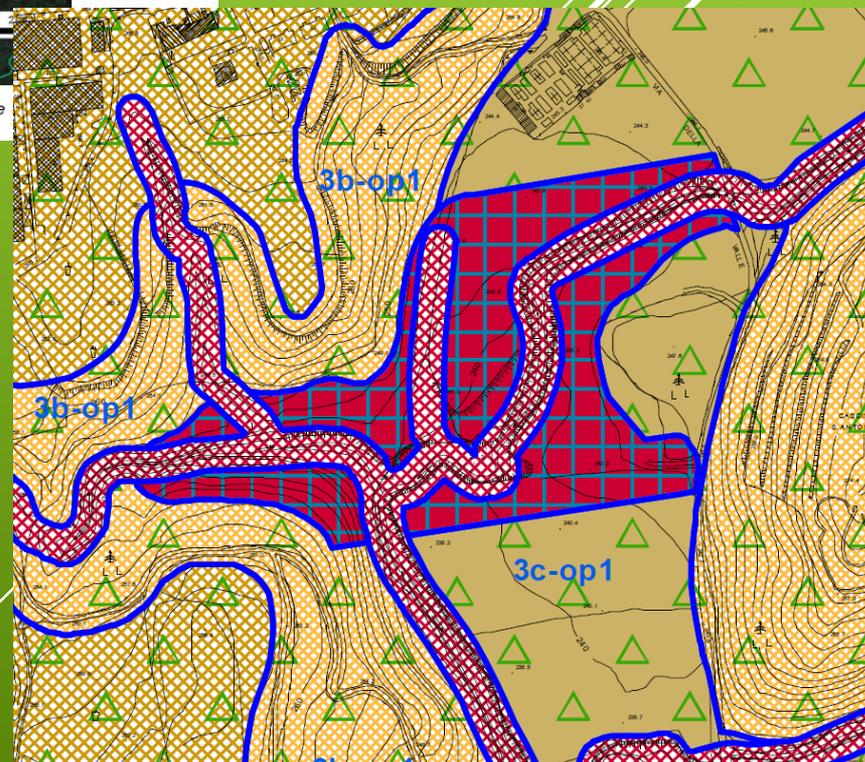


Figura 5: planimetria dell'area di monte con individuazione dell'area allagabile (Ing. Giufrè, 2017).



## Fattibilità geologica



Classe 4Lam



# INVARIANZA IDRAULICA

## INDICAZIONI PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Il controllo e la gestione delle acque pluviali avviene sostanzialmente con la realizzazione di sistemi di ritenzione delle acque, come ad esempio vasche di laminazione, e il progressivo rilascio dei volumi invasati in modo controllato.

L'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e lo scarico in corpo idrico superficiale sono due delle possibilità previste dal R.R. 7/2017 per il conseguimento del rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, la cui **attuazione è strettamente correlata al contesto geologico e idrogeologico locale.**

Ne deriva che **il modello geologico e idrogeologico locale, sitospecifico, assume ulteriore importanza propedeutica a supporto della progettazione di interventi edilizi e infrastrutturali.**



# INVARIANZA IDRAULICA

Il territorio di XXXXXX ricade in quel settore della regione Lombardia denominato Alta Pianura e soggetto al fenomeno degli occhi pollini. Gli occhi pollini sono cavità che vengono a crearsi nei primi metri di sottosuolo per il sommarsi di diversi fattori, uno dei quali è lo scorrimento delle acque all'interno dei sedimenti. Tali cavità possono essere vuote o riempite parzialmente o completamente di materiali fini e, in alcuni casi possono dare luogo a manifestazioni superficiali con la formazione di piccole doline che si aprono occasionalmente nei campi, spesso in concomitanza a forti precipitazioni.

L'attenzione al fenomeno degli occhi pollini si è fatta viepiù maggiore negli ultimi anni in quanto il loro manifestarsi ha comportato danni a edifici e infrastrutture mettendo a rischio anche l'incolumità delle persone.



# INVARIANZA IDRAULICA

Il PTCP della Provincia di Monza e Brianza ha analizzato tale problematica, suddividendo il territorio in aree a differente suscettibilità del fenomeno degli occhi pollini, rappresentandoli nella *Tavola 8 – Assetto idrogeologico* e normandole dal punto di vista geologico e idrogeologico.

Il comune di XXXXXX presenta porzioni del territorio con suscettibilità che Molto Alta, Alta, Moderata e Bassa suscettibilità.

Il verificarsi di tale fenomeno in presenza di edifici e/o infrastrutture può causare lesioni e cedimenti alle strutture, con conseguenze non prevedibili.



# INVARIANZA IDRAULICA

## PRESCRIZIONI / NORME

Nelle aree a suscettibilità Molto Alta e Alta è da escludere il ricorso alle opere di infiltrazione per il calcolo dell'invarianza idraulica e idrologica.

Nelle zone a Moderata suscettibilità al fenomeno degli occhi pollini è necessario svolgere adeguate indagini geognostiche, al fine di individuare o escludere la presenza di occhi pollini nell'area di interesse, per consentire un'adeguata progettazione delle opere di infiltrazione.

Le precedenti norme sono integrate nelle classi di fattibilità geologica a seconda dello scenario in cui una porzione di territorio ricade.



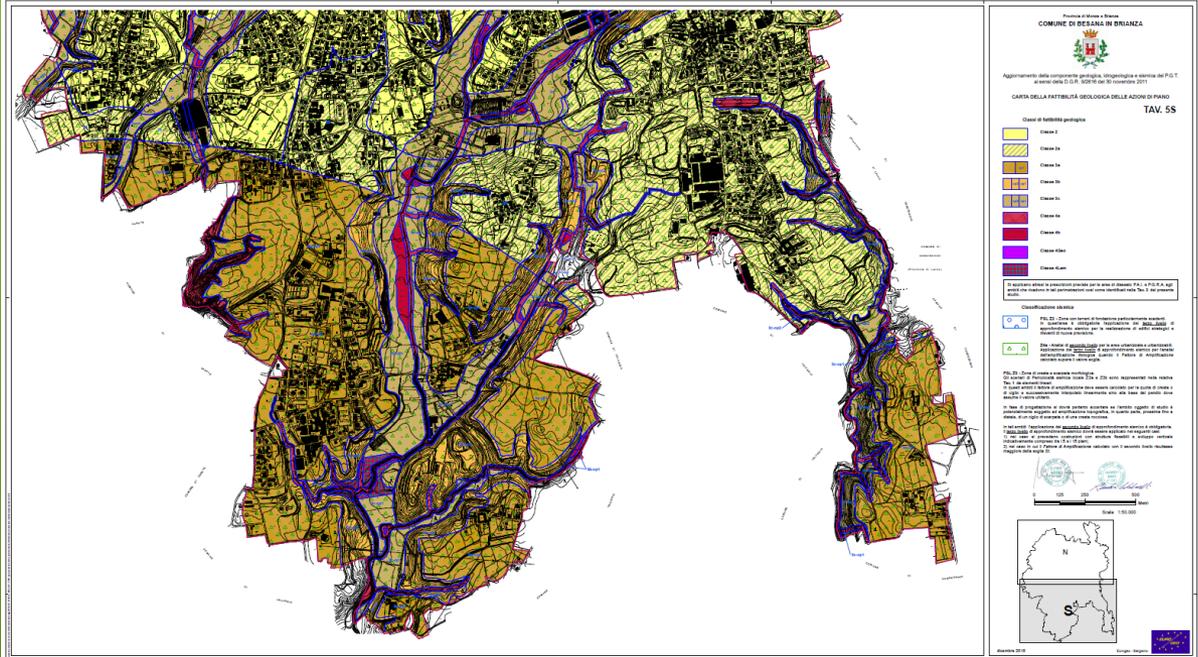
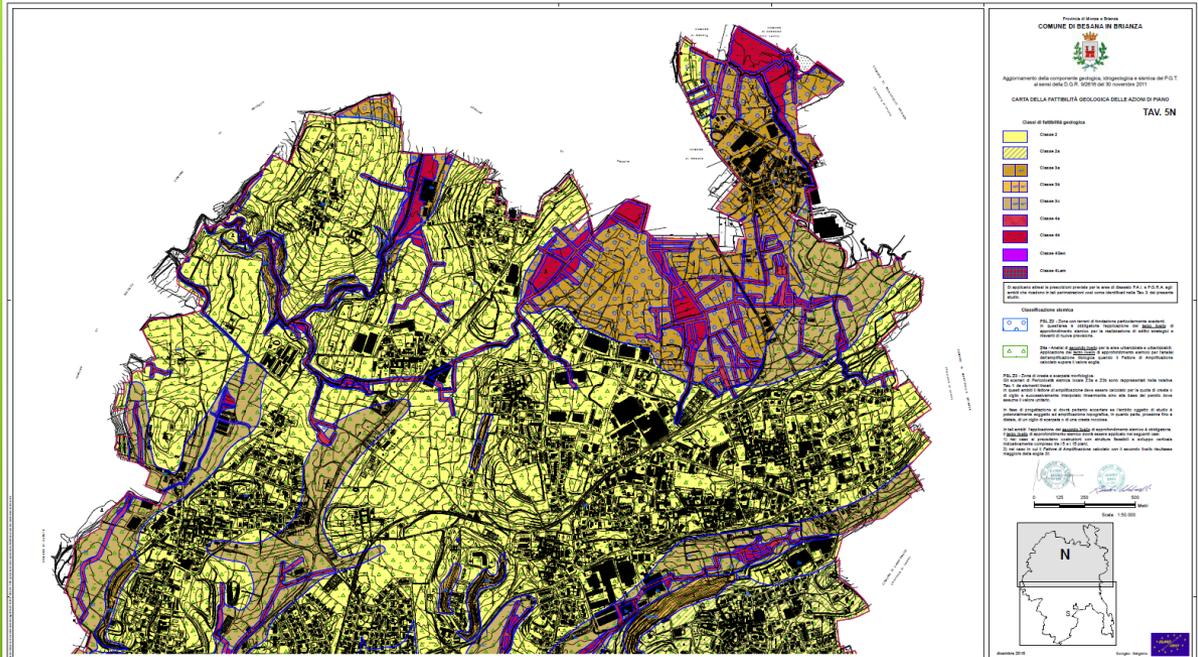
# CARTA DELLA FATTIBILITA'

AMBIENTE



GEOLOGIA

ENERGIA



www.eurogeo.net  
info@eurogeo.net

Tel. 035248689  
035271216



AMBIENTE

GEOLOGIA

ENERGIA

grazie per l'attenzione!

[www.eurogeo.net](http://www.eurogeo.net)  
[info@eurogeo.net](mailto:info@eurogeo.net)

Tel. 035248689  
035271216