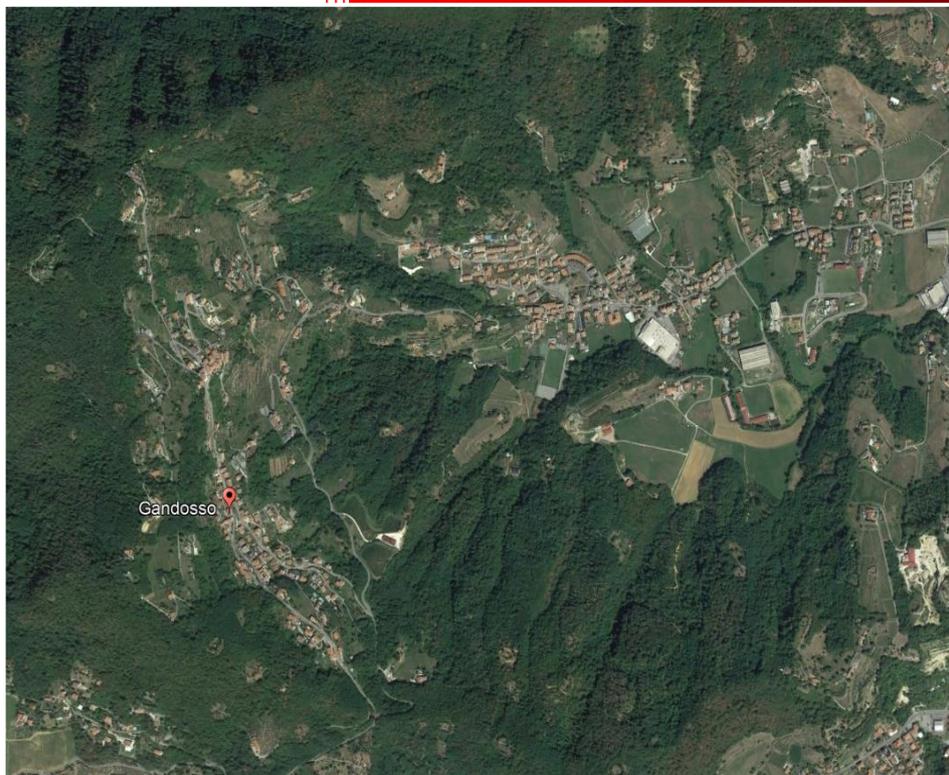




**AGGIORNAMENTO  
DELLA COMPONENTE GEOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO  
DEL TERRITORIO  
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005**

**COMMITTENTE:  
COMUNE DI GANDOSSO**

**A - RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI AGGIORNAMENTO**



*Novembre 2023*

dott. geol. Alessandro Chiodelli



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2. PRINCIPALI DISPOSIZIONI NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. STRUTTURA GENERALE DEL PIANO AGGIORNATO</b> .....	<b>5</b>
3.1. FONTI D'INFORMAZIONE E BASI DI LAVORO .....	5
3.2. STRUTTURA DELLO STUDIO .....	5
<b>4. DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI</b> .....	<b>9</b>
4.1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO P.A.I. ....	9
4.2. INTRODUZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI.....	13
4.3. AGGIORNAMENTO DELLA VINCOLISTICA GEOLOGICA .....	16
4.4. AGGIORNAMENTO DEL MOSAICO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	16
4.5. AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA .....	17
4.6. ULTERIORI AMBITI IN AGGIORNAMENTO DERIVANTI DA RILIEVI DI TERRENO .....	17
<b>5. COMPONENTE SISMICA</b> .....	<b>33</b>
5.1. ANALISI SISMICA DI 1° LIVELLO .....	34
5.2. ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO .....	35
5.3. ANALISI SISMICA DI 3° LIVELLO .....	36
<b>6. NORME GEOLOGICHE DI PIANO</b> .....	<b>37</b>



## 1. PREMESSA

---

Il presente studio costituisce l'aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio di Gandosso (Bergamo), ai sensi della D.G.R. 2616/2011 e s.m.i.

Si precisa che lo studio geologico comunale vigente risale al 2008 ed è a firma del Dott. Geol. Alberto Manella.

La presente relazione è finalizzata a descrivere l'aggiornamento in maniera puntuale, soffermandosi in particolare sulle modifiche apportate, sia in termini di perimetrazioni e recepimenti di nuovi strumenti pianificatori (P.A.I., P.G.R.A.), sia dal punto di vista delle Norme Geologiche di Piano.

Il presente studio, recependo le perimetrazioni del P.G.R.A. attraverso la nuova Carta P.A.I. – P.G.R.A. espressamente prevista dalla normativa, dovrà essere soggetto a valutazione da parte della competente struttura regionale.

L'attuale aggiornamento, che ha riguardato l'intero territorio comunale, ha altresì implementato un perfezionamento dell'analisi sismica, le cartografie di analisi/valutazione e di proposta, oltre che le Norme Geologiche di Piano allegate alla presente relazione. Inoltre, sono stati eseguiti numerosi rilievi puntuali insieme ai tecnici dell'Amministrazione Comunale, per appurare tutta una serie di situazioni di criticità idraulica e di dissesto intercorsi tra il 2008 ed oggi.

Le modifiche allo studio geologico riguardano dunque i seguenti elaborati:

- Carta P.A.I. – P.G.R.A. (carta di nuova redazione)
- Carta dei Vincoli
- Carta di Sintesi
- Carta di Fattibilità Geologica
- Carta della Pericolosità Sismica Locale
- Relazione Generale (il presente documento)
- Norme Geologiche di Piano



## **2. PRINCIPALI DISPOSIZIONI NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

### **ORDINANZE**

- D.P.C.M. 24.05.2001 “Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po” (P.A.I.) e successivi aggiornamenti
- D.P.C.M. 27.10.2016 “Approvazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico Padano” (P.G.R.A.) e successivi aggiornamenti

### **NORMATIVA REGIONALE**

- D.G.R. 30.XI.2011 n. IX/2616 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”
- D.G.R. 30.III.2016 n. X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- D.G.R. 19.VI.2017 - n. X/6738 – Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (P.A.I.) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po
- D.G.R. 02.VIII.2018 – n. XI/470 – Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017 – n. X/6738
- D.G.R. 09.09.2019 - n. XI/2120 Aggiornamento dell’allegato 1 ai 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 approvati con D.G.R. 30 novembre 2011, n. 2616

### **STUDI**

- Studio geologico comunale, Dott. Geol. Alberto Manella 2008
- Indagine idrogeologica-idraulica dissesti acque incanalate – Progetto di Massima interventi idraulici, Ecosphera 2015
- Studio idrogeologico, idraulico e ambientale a scala di sottobacino idrografico dei torrenti Uria e Guerna e delle rogge ad essi connesse, Studio Telò May Fly 2017



### 3. STRUTTURA GENERALE DEL PIANO AGGIORNATO

---

#### 3.1. FONTI D'INFORMAZIONE E BASI DI LAVORO

---

Di seguito si sintetizzano gli studi, gli elaborati e i documenti utilizzati come base di partenza per il presente aggiornamento:

- Studio geologico comunale, Dott. Geol. Alberto Manella 2008
- Indagine idrogeologica-idraulica dissesti acque incanalate – Progetto di Massima interventi idraulici, Ecosphera 2015
- Studio idrogeologico, idraulico e ambientale a scala di sottobacino idrografico dei torrenti Uria e Guerna e delle rogge ad essi connesse, Studio Telò May Fly 2017
- Documento di Polizia Idraulica vigente
- Base aerofotogrammetrica comunale
- Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – foglio “Bergamo”
- Carta Geologica della Provincia di Bergamo – 2001
- Repertorio cartografico di Regione Lombardia
- SITER della Provincia di Bergamo
- Inventario dei Fenomeni Franosi (GeolFFI)
- Catalogo ISPRA delle Faglie Capaci
- Censimento nazionale ISPRA dei sinkhole

#### 3.2. STRUTTURA DELLO STUDIO

---

Di seguito si sintetizza la struttura generale dello studio geologico aggiornato:

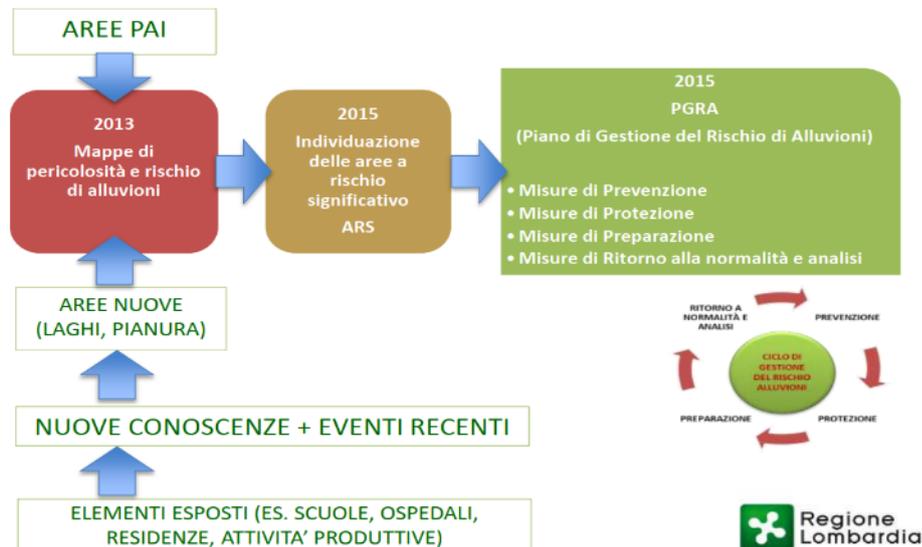
- La **Carta P.A.I. – P.G.R.A.** contiene una rappresentazione dei dissesti presenti sul territorio comunale, derivanti da:
  - Quadro del Dissesto P.A.I. già vigente;
  - osservazioni sul terreno relative a nuove aree in dissesto (o rivisitazioni di aree preesistenti);
  - aree esondative individuate dal Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale;
  - perimetrazioni esondative del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni vigente;

La Carta P.A.I. – P.G.R.A. è una cartografia introdotta negli studi geologici dei P.G.T. a causa della necessità di recepire le perimetrazioni del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (“Direttiva Alluvioni”).



La carta comprende sia i contenuti del Quadro del Dissesto P.A.I. Aggiornato, secondo le legende e le diciture oramai ampiamente note, sia i contenuti del P.G.R.A. vero e proprio.

## Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA)



- La **Carta della Pericolosità Sismica Locale** contiene gli scenari di pericolosità sismica locale individuati, così definiti:
  - Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi (effetto sismico di instabilità);
  - Z1b: zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti (effetto sismico di instabilità);
  - Z1c: zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetto sismico di instabilità);
  - Z3a: zone di scarpata (effetto sismico di amplificazione topografica);
  - Z3b: zone di cresta o cocuzzolo (effetto sismico di amplificazione topografica);
  - Z4a: zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (effetto sismico di amplificazione litologica);
- La **Carta dei Vincoli** contiene una rappresentazione dei vincoli geologici vigenti, ed in particolare:
  - il vincolo di polizia idraulica (fasce di rispetto del Reticolo Idrico Principale e Minore) così come contenuto nel Documento di Polizia Idraulica comunale (ovvero lo studio del R.I.M.);
  - le aree di salvaguardia delle captazioni pubbliche idropotabili, suddivise in aree di tutela assoluta e aree di rispetto ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006;
  - le aree di dissesto P.A.I. e di esondazione P.G.R.A. così come già riportate nella Carta P.A.I. – P.G.R.A.;



È importante sottolineare che i vincoli indicati in questa cartografia non trovano riscontri nella Carta di Fattibilità Geologica (eccezion fatta per le aree P.A.I. – P.G.R.A.), ma sono egualmente vigenti. Ciò significa che la Carta dei Vincoli risulta di fondamentale importanza e va sempre consultata in parallelo alla Carta di Fattibilità Geologica per la valutazione di qualsiasi intervento di trasformazione territoriale.

- La **Carta di Sintesi** contiene una rappresentazione di tutti gli ambiti critici presenti sul territorio comunale, ed è stata aggiornata rispetto alla corrispondente cartografia vigente, anche in termini di filosofia di lettura del territorio; di fatto le perimetrazioni si riflettono sul mosaico della fattibilità; a Gandosso in particolare sono state identificate le seguenti tipologie di criticità geologica:
  - AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI
    - Aree di frana attiva "Fa"
    - Aree di frana quiescente "Fq"
    - Aree di frana stabilizzata "Fs"
    - Aree ad acclività molto elevata potenzialmente instabili
    - Aree ad acclività elevata o poste nelle vicinanze di scarpate e pendii
  - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO
    - Aree a pericolosità molto elevata di esondazione "Ee" / Aree P3/H (RSCM)
    - Aree con problematiche di tipo idraulico
    - Criticità puntali individuate nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale
- La **Carta di Fattibilità Geologica**, chiude l'apparato cartografico del lavoro. Redatta in scala 1:5.000, rappresenta la cartografia maggiormente rilevante (insieme alla già citata Carta dei Vincoli) per la programmazione concreta degli interventi sul territorio e per la valutazione dei singoli casi di trasformazione d'uso del suolo. La carta è stata rivista, e discende direttamente dalla Carta di Sintesi, di cui condivide le medesime tipologie di criticità, secondo il seguente abaco:
  - in classe di fattibilità 4 (fattibilità con gravi limitazioni) ricadono i seguenti ambiti:
    - Sottoclasse 4Fa – aree di frana attiva
    - Sottoclasse 4Fq – aree di frana quiescente
    - Sottoclasse 4Ee – aree a pericolosità molto elevata di esondazione "Ee" / Aree P/3H
    - Sottoclasse 4ac – Aree ad acclività molto elevata potenzialmente instabili
  - in classe di fattibilità 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) ricadono i seguenti ambiti:
    - Sottoclasse 3idr – aree con problematiche di tipo idraulico
    - Sottoclasse 3Fs – aree di frana stabilizzata



- Sottoclasse 3as – aree ad acclività elevata o poste nelle vicinanze di scarpate e pendii
  - in classe di fattibilità 2 (fattibilità con modeste limitazioni) ricadono tutte le porzioni di territorio non interessate da fenomeni critici particolari (ovvero le aree bianche nella Carta di Sintesi).
- La Relazione Generale costituisce il presente documento; non deve essere intesa come una descrizione geologica del territorio, peraltro già ben espressa nelle precedenti versioni dello studio geologico comunale, bensì come un documento di aggiornamento che descrive la struttura del piano e le modifiche/integrazioni derivanti dalle nuove conoscenze acquisite negli ultimi anni.
- Le Norme Geologiche di Piano, una volta concluso l'iter di approvazione e pubblicazione del presente aggiornamento, sostituiscono integralmente le equivalenti norme sino ad ora vigenti.

Riassumendo, la presente versione dell'aggiornamento dello studio geologico sarà così composta:

ELABORATO	PROVENIENZA
Elaborati cartografici e testuali tematici di base del P.R.G.	
A – Relazione Generale della Componente Geologica	A. Chiodelli, 11/2023
B – Norme Geologiche di Piano	A. Chiodelli, 11/2023
Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale	A. Chiodelli, 11/2023
Tavola 2 – Carta dei Vincoli Geologici	A. Chiodelli, 11/2023
Tavola 3 – Carta di Sintesi	A. Chiodelli, 11/2023
Tavola 4 – Carta P.A.I. – P.G.R.A.	A. Chiodelli, 11/2023
Tavola 5 – Carta di Fattibilità Geologica	A. Chiodelli, 11/2023



## 4. DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI

Di seguito si descrivono nel dettaglio i principali aggiornamenti apportati in termini contenutistici.

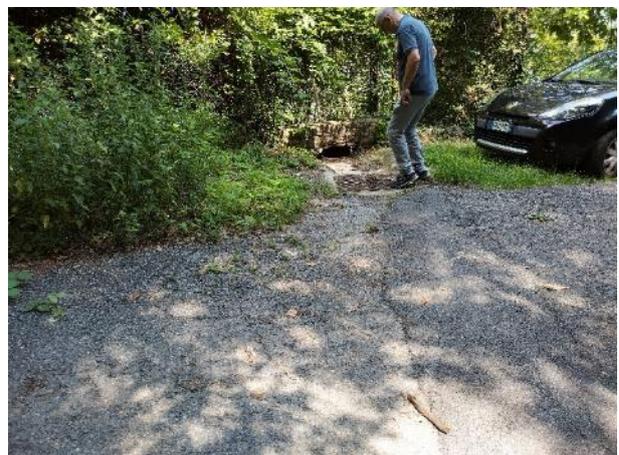
### 4.1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO P.A.I.

Il Quadro del Dissesto P.A.I. viene aggiornato a seguito dell'introduzione di alcune frane. Il precedente Quadro del Dissesto era infatti vuoto. Tra gli aggiornamenti effettuati, si segnalano con particolare attenzione i seguenti dissesti:

- **FRANA ATTIVA SUL PENDIO EST DEL MONTE DEL CASTELLO.** Si tratta di un dissesto attivo che interseca la sede stradale sul versante orientale del Monte del Castello, a sud del Pitone.



- **FRANA RELITTA/STABILIZZATA A SUD DELLA MADONNA DEL CASTELLO.** Ampia paleofrana in contesto prativo semi-urbanizzato con cattivo drenaggio delle acque e presenza di una vallecchia (rappresentata nella foto sotto).





- **FRANA RELITTA/STABILIZZATA SOTTO LA CHIESA PARROCCHIALE.** Ampia paleofrana in contesto prativo semi-urbanizzato, caratterizzata anche da cedimenti su di un muro di sostegno ammalorato. La frana risale al 1978, mentre nel corso del 2020 è stati attuati gli interventi di ricostruzione di un tratto di muro della lunghezza di circa 20 m, posti sul lato di monte della Via G. Leopardi. Oltre al disfacimento e alla ricostruzione della muratura è stata realizzata una nuova fondazione e la posa di tiranti attivi permanenti.



- **FRANA QUIESCENTE IN LOCALITÀ LISSANDRINA.** Modesto dissesto posto nei pressi di una cascina isolata, in contesto di margine bosco-prato a media acclività.





- FRANA RELITTA/STABILIZZATA IN LOCALITÀ BOSSOLETTI. Dissesto stabilizzato sul fianco sinistro di una vallecola. Il dissesto, verificatosi nel 2014, è stato stabilizzato con intervento interamente finanziato e realizzato dalla Provincia di Bergamo.



- FRANA RELITTA/STABILIZZATA PRESSO L'AZIENDA VITIVINICOLA. Ampio dissesto stabilizzato in posizione di compluvio presso l'azienda vitivinicola sotto la Cascina San Vincenzo. La frana risale al 1978.





- FRANA QUIESCENTE LUNGO VIA BOSSOLETTI INCROCIO VIA PAPA GIOVANNI XXIII. Ampio dissesto occorso diversi anni or sono. Oggi il pendio si presenta completamente boscato e il dissesto può considerarsi quiescente. Anche questa frana risale al 1978.



- FRANA QUIESCENTE AL LATO DI VALLE DELLA VIA ZANOLI (sino alla bretella di collegamento) Ampia frana che ha avuto inizio nel 201 nella porzione N in corrispondenza della zona dell'elisoccorso e poi avanzata durante gli intensi fenomeni meteorici del 2014, con coinvolgimento della sede stradale (Via Zanoli), ma anche della bretella di collegamento posta alle quote inferiori. Il dissesto ha interessato terreni naturali, ma anche depositi antropici ivi accumulati. Nel corso del 2014, poi oggetto di interventi di messa in sicurezza.





- AREE A PERICOLOSITÀ DI ESONDAZIONE MOLTO ELEVATA AGGIUNTE LUNGO ALCUNI CORSI D'ACQUA. Sulla scorta di sopralluoghi di terreno e delle criticità idrauliche rilevate in sede di RIM e studio Ecosphera, sono state introdotte alcune aree esondative lungo i seguenti corsi d'acqua:
  - Torrente Udriotto da Celatica-Tolari verso valle;
  - Valle delle Molere;
  - Valletta nei pressi del campo sportivo.

## **4.2. INTRODUZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI**

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. 19.VI.2017 - n. X/6738 – *Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po*, è stata regolamentata l'attuazione del P.G.R.A. nel settore urbanistico, incluso il rapporto con la componente geologica del P.G.T. Di conseguenza, il presente studio comprende la Carta P.A.I. – P.G.R.A., che sostituisce la vecchia Carta del Dissesto P.A.I. e comprende sia le perimetrazioni P.A.I. che i nuovi perimetri della Direttiva Alluvioni aggiornamento 2022.

Nel caso di specie, le perimetrazioni P.G.R.A. coincidono con quelle esondative del P.A.I. sul Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) (ovvero le aree "Ee" legate alle vallette minori). Non vi sono altre aree. In particolare, lo studio idraulico sui torrenti Uria e Guerna, pur comprendendo idealmente anche il territorio di Gandosso, in realtà non ubica alcuna area esondativa entro il suo territorio comunale.

L'importanza del P.G.R.A. non è soltanto cartografica, ma anche normativa: ad ogni area di pericolosità idraulica (P1, P2, P3), infatti, è associata una specifica norma d'uso del territorio che riprende parzialmente l'impianto normativo dell'art. 9 delle N.T.A. del P.A.I. per le aree dell'ambito RSCM, mentre si correla alle norme delle Fasce Fluviali A, B e C per le aree dell'ambito RP. Il P.G.R.A., inoltre, richiede ed implica uno "sforzo normativo" in più; mentre, infatti, le N.T.A. del P.A.I. tendevano a porre l'attenzione soprattutto sugli interventi di nuova edificazione, il P.G.R.A. richiede valutazioni approfondite anche sull'edificato esistente ricadenti in ambiti esondativi, sia mediante l'esecuzione di studi di dettaglio in caso di presenza di aree di rischio R4, sia più in generale dal punto di vista delle norme e degli accorgimenti di sicurezza da adottare in caso di manutenzioni e ristrutturazioni.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni suddivide il rischio idraulico in alcune macrocategorie:

- Ambito RP – Reticolo Principale, si riferisce ai fiumi maggiori (la dicitura "Principale" non deve essere erroneamente associata al concetto di "reticolo principale" inteso in termini di polizia idraulica), ed è associabile alle classiche Fasce Fluviali del P.A.I. (non presenti a Gandosso)



- Ambito RSCM – Reticolo Secondario Collinare e Montano, si riferisce alla maggior parte dei corsi d'acqua naturali dell'ambito montano, collinare e parzialmente di pianura (anche in questo caso, la dicitura "Secondario" non va assolutamente associata al concetto di "reticolo minore", comprendendo anzi indifferentemente sia corsi d'acqua principali che minori dal punto di vista della polizia idraulica), ed è associabile agli ambiti esondativi del P.A.I. "Ee", "Eb", "Em", di conoide "Ca", "Cp", "Cn" o ad eventuali aree a rischio idrogeologico molto elevato (RME) di tipo esondativo
- Ambito RSP – Reticolo Secondario di Pianura, si riferisce a corsi d'acqua naturali e consortili (rogge e similari) caratterizzanti le aree di media e bassa pianura; potrebbe essere associato ad ambiti esondativi P.A.I., anche se questi sono più tipici delle zone montane, collinari e vallive
- Ambito ACL – si riferisce alle aree esondative lacuali (non presenti a Gandosso)

Nei quattro ambiti vengono poi riconosciute diversi gradi di pericolosità, che trovano diretta corrispondenza con le pericolosità del P.A.I., in ordine decrescente di pericolosità:

- Scenario frequente P3/H: tipicamente associato alla Fascia Fluviale A, alle aree "Ee" e "Ca"
- Scenario poco frequente P2/M: tipicamente associato alla Fascia Fluviale B, alle aree "Eb" e "Cp"
- Scenario raro P1/L: tipicamente associato alla Fascia Fluviale C, alle aree "Em" e "Cn"

Evidentemente, le aree che richiedono maggiore attenzione, laddove vi è maggiore probabilità di accadimento dei fenomeni con tempi di ritorno inferiori (sebbene comunque sempre abbastanza elevati), sono le H e le M, mentre le aree L rappresentano, concettualmente, più delle zone di attenzione, allagabili in caso di eventi catastrofici (quindi con tempi di ritorno molto lunghi) o ipoteticamente allagabili.

Il P.G.R.A. compie infine anche un ulteriore passo, non limitandosi a trattare la pericolosità, ma anche il rischio. In particolare, incrociando le pericolosità esondative con i dati relativi all'uso del suolo di Regione Lombardia (DUSAF e ortofoto), il P.G.R.A. classifica e suddivide le aree esondative stesse in vari livelli di rischio (da R1 a R4); è all'interno delle aree R4 (e in alcuni casi R3) che sono previsti approfondimenti idraulici da parte dei Comuni, come già accennato.

Di seguito si riassume in una tabella la corrispondenza tra aree di pericolosità del P.G.R.A. e voci d'ingresso per le aree esondative della D.G.R. 2616/2011, voci che sono alla base della definizione delle classi di fattibilità geologica del P.G.T.



<i>Reticolo naturale</i>	
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	Pericolosità da associare
aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	P3/H
aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche	P2/M
aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.	P2/M
aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali desunte dalla ricerca storica-bibliografica	P2/M o P3/H in base alle informazioni disponibili
aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	P3/H
aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura	P3/H

Per quanto attiene all'attribuzione delle classi di fattibilità, lo schema è il seguente:

- Agli ambiti P1/L viene attribuita la classe 3 con norma stabilita dal Professionista (norma che comunque tiene in debita considerazione la problematica idraulica).
- Agli ambiti P2/M viene attribuita, al momento, la classe 4.
- Agli ambiti P3/H viene ovviamente attribuita la classe 4.

In sostanza, nel caso di Gandosso, sono stati introdotti esclusivamente alcuni ambiti RSCM/H (corrispondenti ad ambiti "Ee" del P.A.I.) come da § 4.1, ai quali corrisponde ovviamente la classe di fattibilità 4.



### **4.3. AGGIORNAMENTO DELLA VINCOLISTICA GEOLOGICA**

---

La Carta dei Vincoli è stata aggiornata:

- a seguito delle modifiche apportate al Quadro del Dissesto P.A.I.;
- all'introduzione del P.G.R.A.

Per quanto concerne la rappresentazione del R.I.M., è necessario fare sempre riferimento allo studio del Reticolo Idrico Minore / Documento di Polizia Idraulica vigente. La rappresentazione riportata nella Carta dei Vincoli è pertanto sempre solo indicativa.

### **4.4. AGGIORNAMENTO DEL MOSAICO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA**

---

Il mosaico della fattibilità geologica, e conseguentemente la Carta di Sintesi, sono stati aggiornati rispetto allo studio 2008. Si premette sin da subito che non si tratta di aggiornamenti particolarmente impattanti; il quadro della fattibilità rimane, nel complesso, abbastanza simile a quello previgente.

In sintesi:

- sono state introdotte le variazioni di classe conseguenti alle modifiche al quadro dissesti P.A.I. ed agli ambiti esondativi P.G.R.A.; ciò si è in pratica tradotto nell'introduzione delle seguenti sottoclassi:
  - 4 Ee per gli ambiti a pericolosità di esondazione molto elevata
  - 4 Fa per le frane attive
  - 4 Fq per le frane quiescenti
  - 3 Fs per le frane relitte/stabilizzate
- sono state introdotte (nella Carta di Sintesi) le criticità puntuali identificate nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale; si tratta di criticità difficilmente associabili ad un perimetro vero e proprio, poiché spesso semplicemente legate a problematiche del sistema fognario e/o di smaltimento delle acque meteoriche, oppure a tombotti che tendono ad intasarsi; nelle Norme Geologiche di Piano, è stato dedicato un paragrafo a questo tipo di elemento;
- sono state eliminate le classi 4 associate semplicemente al vincolo di polizia idraulica dei corsi d'acqua; localmente queste sono sostituite da sottoclassi 4 Ee, in altri casi sono state semplicemente rimosse; non si condivide, infatti, l'idea di associare automaticamente la classe 4 alle fasce di rispetto dei torrenti, trattandosi di due concetti ben distinti;
- è stata aggiunta la classe 4 ac legata a pendii molto acclivi;
- è stata aggiunta la classe 3 as legata a pendii a moderata acclività;
- è stata aggiunta la classe 3 idr per una serie di aree affette da problematiche idrauliche diffuse entro il bacino della Valle delle Molere.



#### **4.5. AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA**

Per l'aggiornamento della componente sismica del P.G.T., si rimanda per una trattazione completa al Capitolo 5 del presente documento.

#### **4.6. ULTERIORI AMBITI IN AGGIORNAMENTO DERIVANTI DA RILIEVI DI TERRENO**

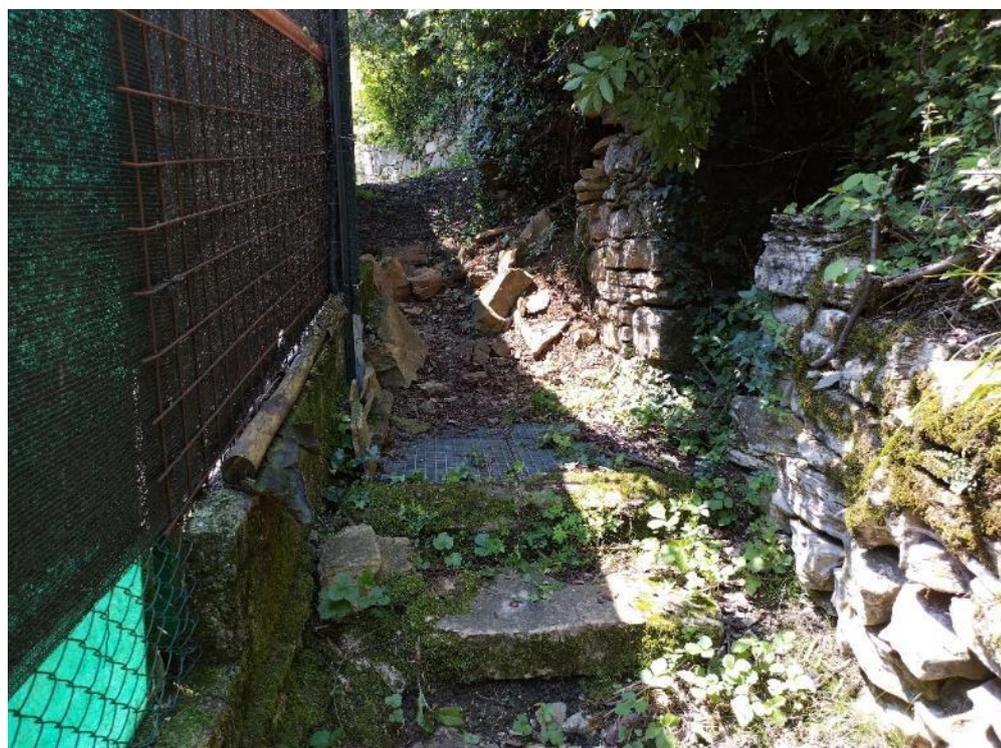
Sono stati effettuati numerosi rilevamenti di terreno, volti soprattutto ad appurare situazioni puntuali connesse a criticità di ordine idraulico e geomorfologico. In linea generale, sono emerse diverse problematiche legate a drenaggi difficoltosi delle acque, vallette con sezioni insufficienti, opere di regimazione delle acque (quali canalette artificiali) ammalorate o abbandonate. Nel tempo si sono registrati diversi casi di allagamenti di abitazioni e strade dovuti proprio a queste problematiche, sicuramente frammiste anche a criticità della rete fognaria e/o di smaltimento delle acque di sgrondo stradale. Di seguito si evidenziano alcuni dei punti più rilevanti in tal senso.

1. ALLAGAMENTI DI ABITAZIONI A MONTE DELLA LOCALITÀ ROMAGNOLI. Sui pendii prativi tra Via Pertini e la località Romagnoli si sono verificati alcuni allagamenti delle mulattiere e di almeno un'abitazione. Dai sopralluoghi è emerso come il pendio sia caratterizzato dalla presenza di vecchie canalette metalliche, con lo scopo di raccogliere e regimare le acque di sgrondo. Tali canalette oggi interrotte e ammalorate, tanto da renderle completamente inefficienti.





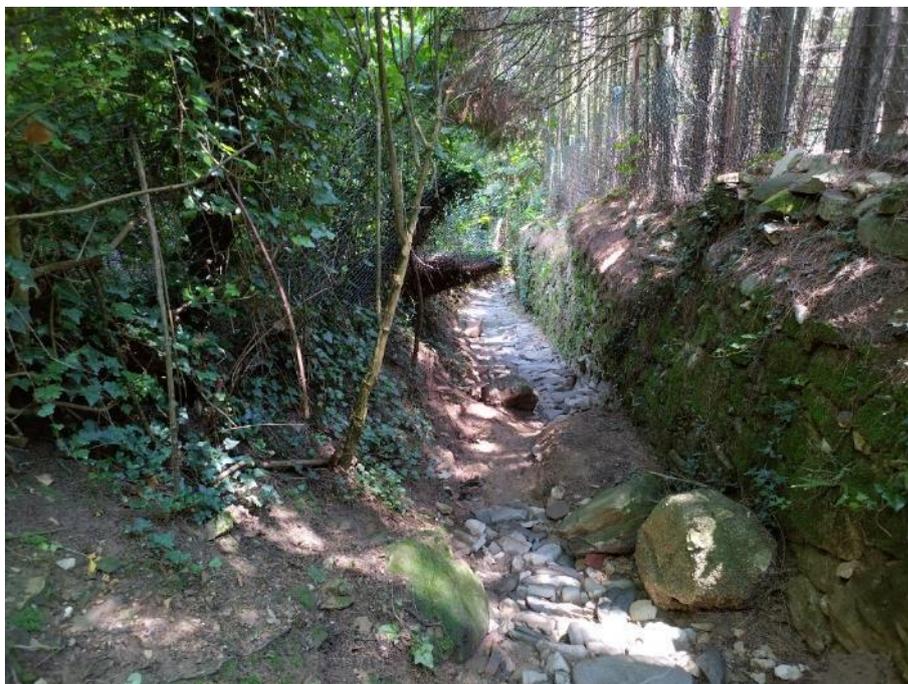
**FIGURA 1 - ESEMPIO DI TRATTO DI CANALETTA ORMAI COMPLETAMENTE ABBANDONATO E INEFFICIENTE**



**FIGURA 2 - TRATTO DI MULATTIERA SOGGETTO AD ALLAGAMENTI**



2. CRITICITÀ DI DEFLUSSO NELLA VALLECOLA AL DI SOTTO DELLA LOC. PITONE. Il pendio al di sotto del Parco del Pitone è caratterizzato dalla presenza di una vallecchia che decorre anche in prossimità di un rudere, mescolandosi ad un sentiero. La situazione di questa vallecchia è piuttosto critica sia in termini idraulici che ambientali.



**FIGURA 3 – COMMISTIONE TRA VALLECOLA E SENTIERO SOTTO LA LOCALITÀ PITONE**



3. CRITICITÀ DI DEFLUSSO NELLA VALLECOLA CHE INTERSECA LA VIA PAPA GIOVANNI XXIII, ANGOLO, CIVICO 22 ANGOLO VIA I MAGGIO. Si tratta di una valletta in condizioni critiche e con potenzialità esondative, che interseca la strada provinciale in località Zanolli.

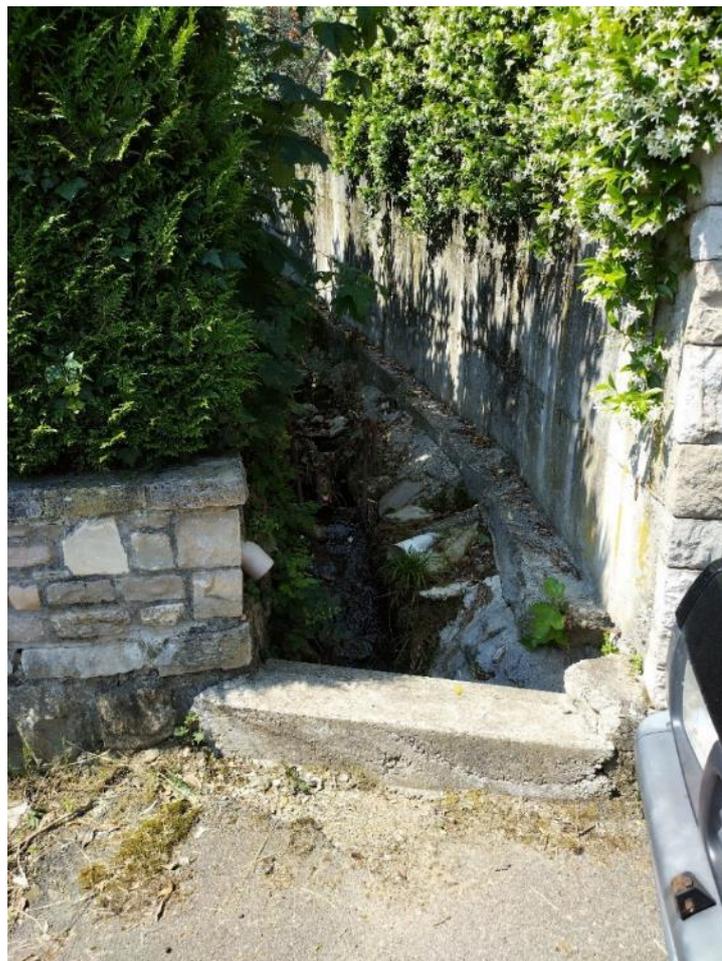


FIGURA 4 - PUNTO IN CUI LA VALLETTA INTERSECA LA VIA PAPA GIOVANNI XXIII TOMBOTTANDOSI SOTTO LA SEDE STRADALE



4. INSUFFICIENZA DELLA RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE TRA VIA CHIESA E VIA COLLI. La morfologia della Via Colli è tale da raccogliere una grande quantità di acque meteoriche, acque che non riescono ad essere efficacemente smaltite dalle attuali caditoie.



FIGURA 5 – TORNANTE DI VIA COLLI



ROTTURA DI UNA TUBAZIONE IN VIA CHIESA. Recentemente si è verificata la rottura di una tubazione presso delle autorimesse in Via Chiesa, determinandone l'allagamento, oltre che parte della strada stessa.



FIGURA 6 – ZONA DI ROTTURA DELLA TUBAZIONE

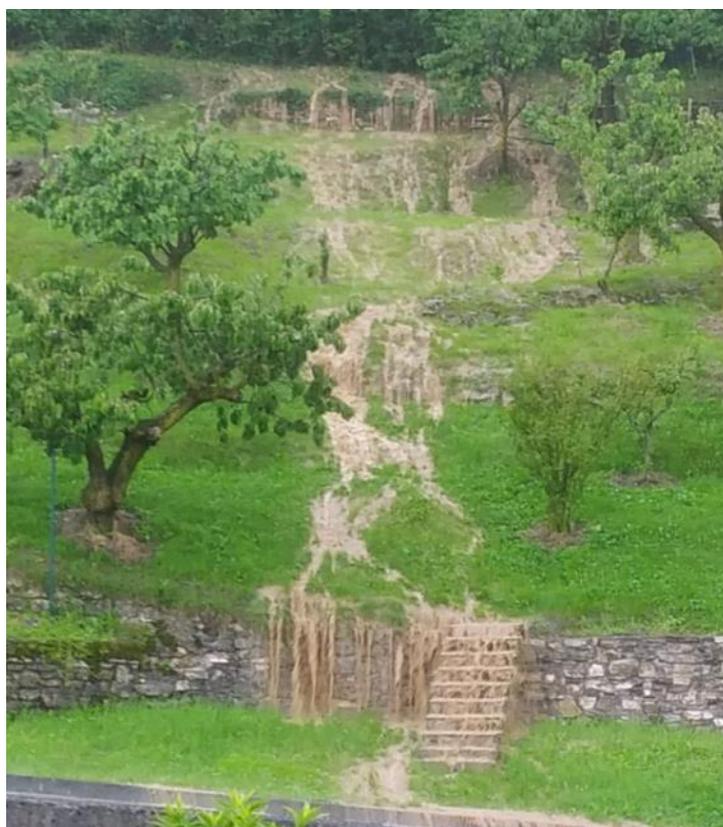


**FIGURA 7 – AUTORIMESSE ALLAGATE PER ROTTURA DELLA TUBAZIONE**

(IMMAGINE TRATTA DA GRUPPO PUBBLICO FACEBOOK)



5. CRITICITÀ IDRAULICHE IN LOCALITÀ ZANOLI (civici 38/42). In questo punto si sono verificati drenaggi dal pendio verso la sede stradale, pur non essendo presente un corso d'acqua vero e proprio.



**FIGURA 8 – RUSCELLAMENTI DAL PENDIO IN ZONA ZANOLI IN OCCASIONE DI EVENTO METEORICO IMPORTANTE**



**FIGURA 9 – RUSCELLAMENTI IN VIA ZANOLI (IMMAGINE TRATTA DA GRUPPO PUBBLICO FACEBOOK)**



6. VENUTE D'ACQUA LUNGO LA SEDE STRADALE IN TRINCEA IN LOCALITÀ BOSSOLETTI. Lungo il tratto di strada provinciale in trincea a scendere verso il comparto basso di Gandosso, si verificano frequenti infiltrazioni e venute d'acqua che dal muro di contenimento invadono la strada.



**FIGURA 10 – VENUTE D'ACQUA IN LOCALITÀ BOSSOLETTI**

7. TRACIMAZIONE DI TOMBOTTO IN LOCALITÀ BRIGNOLI LUNGO VIA VERDI. In corrispondenza del tombotto di Via Verdi, all'intersezione con una valletta, si sono registrati episodi di tracimazione sulla sede stradale, dovuti all'insufficienza idraulica al principio del tratto tombottato.



**FIGURA 11 – RUSCELLAMENTI IN LOCALITÀ BRIGNOLI (IMMAGINI TRATTE DA GRUPPO PUBBLICO FACEBOOK)**



8. CRITICITÀ IDRAULICHE DEL TOMBOTTO PRESSO IL CAMPO SPORTIVO. Problemi di tracimazione si sono registrati presso il tombotto della valletta che scende al campo sportivo, nella zona di fondovalle.



FIGURA 12 – TRACIMAZIONE AL TOMBOTTO DEL CAMPO SPORTIVO



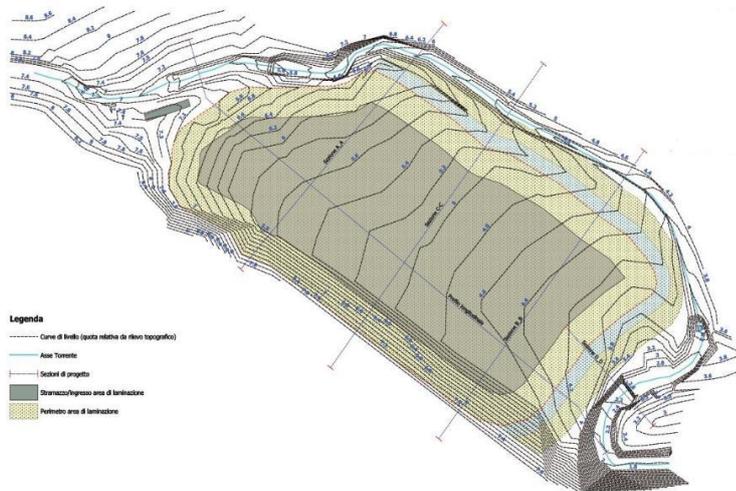
9. CRITICITÀ IDRAULICHE DEL TRATTO STRADALE (PONTE) TRA LE VIE CELATICA / TOLARI ANGOLO VIA NENNI. Problemi idraulici legati al deflusso idrico si manifestano frequentemente in prossimità del tratto stradale citato, a causa dell'intersezione dei tratti di reticolo minore afferenti i corsi d'acqua identificati come GAND-1 e GAND-2 nel RIM comunale. Poiché le acque del reticolo GAND-1 scorrono tombottate ad una quota inferiore a quelle del reticolo GAND-2, quest'ultima trova ostruzione al deflusso, allagando i piani interrati (box) della abitazioni ai civici 4 e 6 di Via Celatica.



FIGURA 13 – SNODO IDRAULICO CRITICO IN CELATICA-TOLARI



10. CRITICITÀ IDRAULICHE A MONTE DI PIAZZA TOGLIATTI (VIA ANTONIO GRAMISCI) ALLA TOMBOTTATURA DEL RETICOLO IDRICO GAND-1. Al fine di prevenire allagamenti della zona posta a valle della tombottatura del tratto di RIM (GAND-1) posto presso Via Gramsci, è in corso di realizzazione una vasca di laminazione in zona semi-pianeggiante interna di volume di poco inferiore a 6 mila m<sup>3</sup>.



11. FIGURE 14 – PROGETTO E SITO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE



12. CRITICITÀ IDRAULICHE PRESSO VIA AVIS A FIANCO DEL CAMPO SPORTIVO (STAZIONE ECOLOGICA COMUNALE).



FIGURA 15 – ZONA PRESSO IL CAMPO SPORTIVO



13. CRITICITÀ IDRAULICA PRESSO VIA CASCINA SUCHELLO (SOPRA CASCINA FONTANILE – TALLARINI). Durante gli eventi alluvionali di luglio 2014 si è verificata la tracimazione delle acque provenienti dal corso d'acqua contraddistinto nel RIM comunale con il Cod. BG-GAND4, in corrispondenza della Via Succhello, laddove il torrente diviene incanalato. Il rigurgito delle acque, che scendendo verso valle raggiungono la Via Fontanile, è determinato dalla parziale occlusione della tubazione di deflusso e dalla successiva tracimazione dal manufatto di contenimento.



**FIGURA 16 – CRITICITÀ IDRAULICA IN VIA CASCINA SUCHELLO**



14. CAVA. È stato eseguito un rilevamento anche nella zona della cava. Si tratta di un sito estrattivo interessato, specialmente in passato, dalla coltivazione dell'Arenaria di Sarnico, diffusamente affiorante in bancate ben definite. Sul fondo si rileva la presenza di un modesto laghetto, ben visibile nell'immagine; tuttavia non sono state identificate criticità particolari.



**FIGURA 17 - CAVA DI GANDOSSO**



## 5. COMPONENTE SISMICA

La componente sismica del P.G.T. è stata aggiornata in seno al presente lavoro. In sostanza, sono state riviste in modo sostanziale le perimetrazioni degli ambiti di pericolosità sismica locale, anche sulla scorta delle modifiche al Quadro del Dissesto P.A.I., ed è stata parzialmente implementata l'analisi di 2° livello, già eseguita nel 2008. In particolare:

- per l'analisi sugli effetti di amplificazione litologica, sono state aggiunte n. 2 indagini sismiche, in particolare la S-01 in Via Caporali e la S-02 presso il campo sportivo;
- per l'analisi sugli effetti di amplificazione topografica, vale l'approfondimento di 2° livello sull'effetto di cresta Z3 già effettuato nel 2008, poiché non sono state aggiunti altri scenari né di cresta né di scarpata.

La D.G.R. 2616/2011 prevede diversi livelli di approfondimento sismico a seconda della zona sismica in cui ciascun Comune ricade. Il Comune di Gandosso ricade nella zona sismica 3 (rif. D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129). È ad ogni modo opportuno osservare che la classificazione in zone sismiche ha oramai validità solo al fine di stabilire i diversi livelli di approfondimento richiesti, poiché la definizione della pericolosità sismica viene in realtà effettuata in modo puntuale.

	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	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
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)	- 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.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

L'analisi di 1° livello deve essere effettuata su tutti i comuni lombardi in fase pianificatoria.

L'analisi di 2° livello, in zona sismica 3, deve essere a sua volta effettuata sulle aree Z3 e Z4 in fase pianificatoria, ed eventualmente anche in fase progettuale (quindi sui singoli interventi) qualora si intenda rileggere la situazione sismica locale o se per qualsivoglia motivo l'area in oggetto non sia stata adeguatamente indagata in fase pianificatoria.

L'analisi di 3° livello non riguarda mai la fase pianificatoria, ma solo la fase progettuale, e viene applicata:



- in zone Z3 e Z4 laddove sia stato determinato un fattore di amplificazione calcolato superiore al fattore soglia comunale, o qualora si intenda a prescindere aumentare il dettaglio della definizione sismica;
- sempre nelle zone Z1 e Z2 (nelle quali il 2° livello non è nemmeno previsto).

## 5.1. ANALISI SISMICA DI 1° LIVELLO

L'analisi di 1° livello consiste nell'individuazione, sul territorio comunale, di elementi che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, secondo le categorie stabilite dalla D.G.R. 2616/2011.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
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 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

In seguito all'analisi sismica di primo livello, nel territorio di Gandosso sono stati individuati alcuni ambiti potenzialmente suscettibili ad amplificazione sismica a vari livelli. In particolare:

- Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi (effetto sismico di instabilità);
- Z1b: zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti (effetto sismico di instabilità);
- Z1c: zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetto sismico di instabilità);
- Z2b: zone potenzialmente soggette ad effetto sismico di liquefazione;
- Z3b: zone di cresta o cocuzzolo (effetto sismico di amplificazione topografica);



- Z4a: zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (effetto sismico di amplificazione litologica);

Si ricorda che, indipendentemente dalla presenza o meno dell'ambito Z2b, è sempre fatto obbligo ai professionisti responsabili dei singoli interventi di verificare ed eventualmente quantificare alla scala locale la sussistenza del rischio di liquefazione, secondo quanto peraltro esplicitamente previsto dalle NTC2018.

## **5.2. ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO**

L'analisi di 2° livello consiste nell'applicazione di procedure stabilite dalla D.G.R. 2616/2011 per quantificare gli effetti di amplificazione litologica-geometrica (effetto Z4) e topografica (effetto Z3). L'analisi è già stata eseguita in seno allo studio Manella del 2008. Per i dettagli delle elaborazioni si rimanda pertanto a tale studio. In questo aggiornamento, si è optato per una rappresentazione "per punti" del fattore di amplificazione, che tiene conto di due indagini reperite sul territorio:

- Indagine sismica con analisi di 2° livello presso un edificio in Via Caporali
- Indagine sismica con analisi di 2° livello presso il campo sportivo

Si è dunque optato per indicare, nella Carta della Pericolosità Sismica Locale, i diversi punti indagati con due colori differenti:

- in colore verde, i punti per cui risulta fattore calcolato inferiore o uguale al fattore soglia;
- in colore rosso, i punti per cui risulta fattore calcolato superiore al fattore soglia.

In entrambi i casi analizzati, il fattore calcolato è risultato inferiore al fattore soglia comunale, pertanto, la cartografia è priva di punti di colore rosso.

Non si ritiene corretto, infatti, delimitare delle vere e proprie "aree", poiché è ampiamente noto che la grande variabilità laterale della geologia dei nostri territori rende difficoltoso lo stabilire limiti netti e precisi per quanto attiene agli effetti di amplificazione sismica locale, con il rischio di condurre alla sottovalutazione del fenomeno. Pertanto, si ritiene necessario che in fase progettuale venga sempre ripetuta l'analisi di 2° livello sull'effetto litologico e sull'effetto topografico, ogni qualvolta si abbia a che fare con un intervento edificatorio (specialmente se di una certa rilevanza) ricadente in zona Z4 o in prossimità di un elemento Z3. L'indicazione "verde" e "rossa" contenuta nella Carta PSL assume quindi più che altro un valore indicativo ai fini di una zonizzazione di massima.

A tal proposito, come specificato dalla normativa regionale:



Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
  - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
  - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
  - anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Per quanto concerne gli effetti di amplificazione topografica (Z3), nello studio del 2008 è stato verificato l'unico scenario di cresta, ottenendo un fattore di amplificazione pari a 1,1, quindi entro le soglie previste dalla normativa. Poiché la situazione in termini di perimetrazione delle aree Z3 è rimasta ad oggi invariata, non sono stati effettuati ulteriori approfondimenti. **Ovviamente, in caso di interventi edificatori che interessino le zone caratterizzate dalla presenza di elementi Z3, l'analisi di 2° livello dovrà essere eseguita dai singoli Professionisti.**

### **5.3. ANALISI SISMICA DI 3° LIVELLO**

Come già indicato, l'analisi di 3° livello riguarda la fase progettuale, e viene applicata:

- in zone Z3 e Z4 laddove sia stato determinato un fattore di amplificazione calcolato superiore al fattore soglia comunale, o qualora si intenda prescindere aumentare il dettaglio della definizione sismica;
- sempre nelle zone Z1 e Z2 (nelle quali il 2° livello non è nemmeno previsto).

Per le metodologie di analisi, a seconda della tipologia di fenomeno, si fa riferimento a quanto previsto dalla D.G.R. 2616/2011 e a metodologie e procedure note in letteratura.



## 6. NORME GEOLOGICHE DI PIANO

---

Per le Norme Geologiche di Piani si rimanda all'Elaborato B.

*Mozzo, novembre 2023*

Dott. Geol. Alessandro Chiodelli

