



Comune di
Bergamo

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO
IDRAULICO COMUNALE DEL COMUNE DI BERGAMO, AI SENSI DELL'
ART. 14, COMMA 8 DEL R.R. 7/2017 E S.M.I. ED AGGIORNAMENTO
DELLO STUDIO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE



RESPONSABILE STUDIO

STUDIO TELO' MAY FLY s.r.l.
Largo 24 Agosto 1942, 33/A - 43100 Parma
Tel/Fax 0521-292795
studiotelo@studiotelo.it - www.studiotelo.it

COLLABORATORE:

 **Studio Ing. Adriano Murachelli**
info@idroam.it

STUDIO DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA
PIAZZINI ALBANI
Via Martiri della Cefalonia 4-24129 Bergamo
Tel 035-239689/Fax 035-230740
info@piazzinialbani.com

DOTT. GEOL. ALESSANDRO CHIODELLI
Via Garibaldi 4-24030 Mozzo (BG)
Tel 338-9041561
alessandrochiodelli1973@gmail.com

AGGIORNAMENTO STUDIO GEOLOGICO

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GENERALE
DELLA COMPONENTE GEOLOGICA

N° ELABORATO

A

SCALA

IL RESPONSABILE DELLO STUDIO IDRAULICO

Ing. Riccardo Telo'

IL RESPONSABILE DELLO STUDIO GEOLOGICO

Geol. Alessandro Chiodelli

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott.ssa. Simona Caragliano

AGGIORNAMENTI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
10	03/2024	EMISSIONE		A.C.	A.C.



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

INDICE

1. PREMESSA	3
2. PRINCIPALI DISPOSIZIONI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. STRUTTURA GENERALE DEL PIANO AGGIORNATO	5
3.1. FONTI D'INFORMAZIONE E BASI DI LAVORO	5
3.2. STRUTTURA DELLO STUDIO	6
4. DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI	11
4.1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO P.A.I.	11
4.2. INTRODUZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI.....	13
4.3. AGGIORNAMENTO DELLA VINCOLISTICA GEOLOGICA	25
4.4. AGGIORNAMENTO DEL MOSAICO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	25
4.5. AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA	26
5. COMPONENTE SISMICA	27
5.1. ANALISI SISMICA DI 1° LIVELLO	28
5.2. ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO	30
5.3. ANALISI SISMICA DI 3° LIVELLO	32



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

1. PREMESSA

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

Si precisa che lo studio geologico comunale vigente è stato redatto da Eurogeo nel 2011; la stessa Eurogeo ha poi eseguito un aggiornamento nel 2017, che, pur essendo depositato presso il Comune, non ha mai concluso l'iter di approvazione e non è pertanto vigente, pur rimanendo utilizzabile come fonte d'informazioni e base di lavoro.

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. (non esistenti nello studio vigente) 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 implementato l'analisi sismica, le cartografie di analisi/valutazione e di proposta, oltre che le Norme Geologiche di Piano allegate alla presente relazione.

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
- D.G.R. 26.04.2022 - n. XI/6314 Modifiche ai criteri e 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. 2616/2011 e integrati con D.G.R.6738/2017

STUDI

- Studio geologico del P.G.T. comunale, Eurogeo 2011
- Studio geologico del P.G.T. comunale, Eurogeo 2017
- Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale, Studio Telò May Fly s.r.l. 2022

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 del P.G.T. comunale – Eurogeo 2011 (vigente)
- Studio geologico del P.G.T. comunale – Eurogeo 2017 (non vigente ma depositato in Comune)
- Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale, Studio Telò May Fly s.r.l. 2022
- Documento di Polizia Idraulica vigente – Studio EST
- Censimento delle opere interferenti con il RIM - Nuovo tracciato RIM – Studio EST 2020
- Riqualificazione del regime idraulico di Via Fontana e Via Pavione, Via Castello Presati, Via Castagneta e modifica confluenza di Via King – Dott. Ing. Michele Giorgio 2017
- Parco di Via Mascagni. Progetto di miglioramento della qualità Paesistico-Ambientale e gestione sostenibile delle acque in ambito urbano. Progetto LOTTO 1 – Eurogeo 2017
- Progettazione definitiva della vasca denominata -V1- nell'ambito degli interventi per la mitigazione delle problematiche idrauliche nella Valle di Astino di Bergamo – Studio Associato Ecotecno 2019
- Progetto di fattibilità tecnico-economica degli interventi di mitigazione delle problematiche idrauliche nella Valle Astino di Bergamo – Studio Associato Ecotecno 2018
- Problematiche di regimazione idraulica determinatesi nel comprensorio di Bergamo nell'estate 2016 - Studio Idrologico e Idraulico – Università degli Studi di Pavia e C.M.P.B. 2017
- Studio Idraulico del reticolo idrico minore dei Comuni di Paladina, Valbrembo e Mozzo sgrondanti nel Torrente Riolo confluyente nel Torrente Quisa – Ydros Ingegneria Studio Associato 2016
- Realizzazione galleria d'arte moderna e contemporanea presso il Palazzetto dello Sport: Studio di compatibilità Idraulica e proposta di modifiche fasce – Studio Taccolini Ingegneri Associati 2020
- Realizzazione briglia selettiva e canale scolmatore lungo il Torrente Morla a monte di Bergamo – 2021
- Studio idrogeologico, idraulico e ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Quisa e del reticolo ad esso connesso finalizzato alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica, di riqualificazione ambientale e manutenzione fluviale – Studio Telò 2016
- Studio idrogeologico, idraulico e ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Morla e delle rogge ad esso connesse – Studio Telò 2015

- Base aerofotogrammetrica di Bergamo aggiornata al dicembre 2020
- Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – fogli “Vimercate” e “Bergamo”
- Carta Geologica della Provincia di Bergamo – 2001
- Repertorio cartografico di Regione Lombardia
- SITER della Provincia di Bergamo

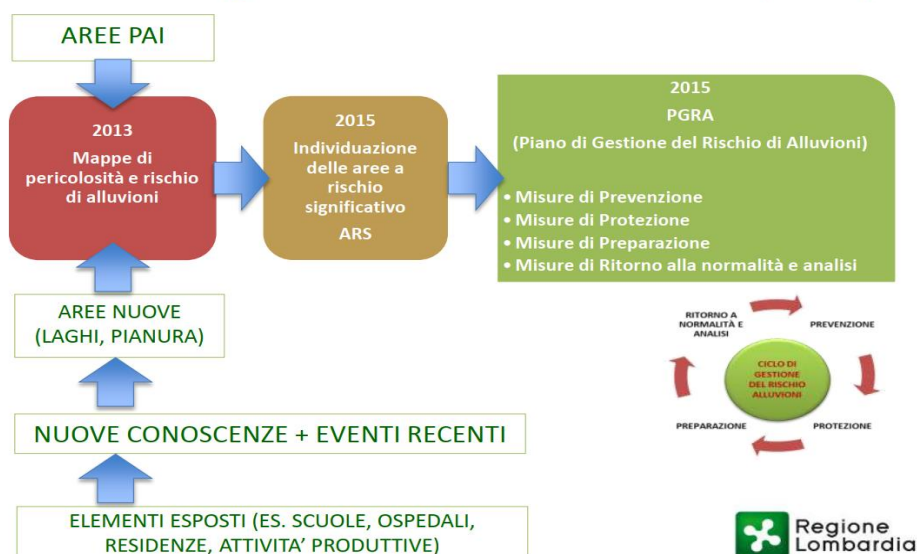
3.2. STRUTTURA DELLO STUDIO

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 aggiornato al 2022.

La Carta P.A.I. – P.G.R.A. è una cartografia introdotta negli studi geologici dei P.G.T. al fine 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 sono così definiti:
 - Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi (effetto sismico di instabilità);
 - Z1c: zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetto sismico di instabilità);
 - Z2a: zone soggette ad effetto sismico di cedimento;
 - 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);
 - Z4b: zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre (effetto sismico di amplificazione litologica);
 - Z4d: zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale (effetto sismico di amplificazione litologica).
- La **Carta dei Vincoli** contiene una rappresentazione dei vincoli geologici vigenti, ed in particolare:
 - le aree franose, di esondazione e dissesto e di trasporto in massa così come individuate dall'Elaborato 2 del P.A.I.;
 - le aree allagabili così come individuate dal P.G.R.A. relative ai corsi d'acqua del Reticolo Secondario Collinare e Montano e del Reticolo Secondario di Pianura – Reticolo Consortile, distinguendole da quelle individuate a scala comunale sulla scorta di studi idraulici specialistici e identificate nel DOSRI;
 - i geositi istituiti;
 - le aree riservate ad opere di laminazione idraulica così come individuate nel P.T.R.
 - 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.);

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 Bergamo 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 stabilizzata "Fs"
 - Aree a pericolosità potenziale legata alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo
- AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO
 - Aree a pericolosità molto elevata di esondazione "Ee" / Aree P3/H
 - Aree a pericolosità elevata di esondazione "Eb" / Aree P2/M
 - Aree a pericolosità media o moderata di esondazione "Em" / Aree P1/L
 - Aree di conoide non recentemente attivato o completamente protette "Cn"
 - Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per manutenzione e interventi di difesa idraulica
 - Aree in erosione accelerata
- AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO
 - Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese
- AREE CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI
 - Aree prevalentemente limoso-argillose con limitata capacità portante
 - Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali
 - Aree caratterizzate da potenziali ristagni idrici superficiali
 - Aree con riporti di materiale
- 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 4Ee – aree a pericolosità molto elevata di esondazione "Ee" / Aree P/3H

- Sottoclasse 4lam – areali interessati dalla realizzazione di infrastrutture strategiche per la difesa del suolo
- Sottoclasse 4man – aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per manutenzione e interventi di difesa idraulica
- Sottoclasse 4ea – aree in erosione accelerata
- in classe di fattibilità 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) ricadono i seguenti ambiti:
 - Sottoclasse 3Fs – aree di frana stabilizzata
 - Sottoclasse 3Eb – aree a pericolosità elevata di esondazione “Eb” / Aree P2/M
 - Sottoclasse 3Em – aree a pericolosità media o moderata di esondazione “Em” / P1/L
 - Sottoclasse 3rsp – aree a pericolosità esondativa afferenti al reticolo secondario di pianura
 - Sottoclasse 3rsp* – aree a pericolosità esondativa afferenti al reticolo secondario di pianura sottoposte ad analisi di dettaglio
 - Sottoclasse 3Cn – aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protette
 - Sottoclasse 3sl – aree a pericolosità potenziale legata alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati, comprensivi delle aree di possibile accumulo
 - Sottoclasse 3sg – aree prevalentemente limoso-argillose con limitata capacità portante
 - Sottoclasse 3dt – aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali
 - Sottoclasse 3rs – aree caratterizzate da ristagni idrici superficiali
 - Sottoclasse 3rp – aree con riporti di materiale
 - Sottoclasse 3bsf – aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese
- 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 un documento di aggiornamento che descrive la struttura del piano e le modifiche/integrazioni derivanti dalle nuove conoscenze acquisite dal 2017 ad oggi.



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

- 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
SG1 – Carta Geologica	Studio Eurogeo, 2017
SG2 – Carta Geomorfologica	Studio Eurogeo, 2017
SG3 – Dinamica Geomorfologica	Studio Eurogeo, 2017
SG4 – Carta Clivometrica	Studio Eurogeo, 2017
SG5 – Carta Idrogeologica	Studio Eurogeo, 2017
SG6 – Sezioni Geologiche	Studio Eurogeo, 2017
SG7 – Carta Geotecnica	Studio Eurogeo, 2017
SG8 – Vulnerabilità	Studio Eurogeo, 2017
SG0 – Relazione	Studio Eurogeo, 2017
SG0 – Allegato 1 (schede censimento pozzi)	Studio Eurogeo, 2017
SG0 – Allegati 2 e 3 (indagini geognostiche e schede regionali Fa)	Studio Eurogeo, 2017
SG0 – Allegato 4 (integrazioni e approfondimenti)	Studio Eurogeo, 2017
Relazione Generale della Componente Geologica	A. Chiodelli, 2024
Norme Geologiche di Piano	A. Chiodelli, 2024
Carta P.A.I. – P.G.R.A.	A. Chiodelli, 2023
Carta della Pericolosità Sismica Locale	A. Chiodelli, 2023
Carta dei Vincoli	A. Chiodelli, 2023
Carta di Sintesi	A. Chiodelli, 2024
Carta di Fattibilità Geologica	A. Chiodelli, 2024

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 aree di frana attiva "Fa" e di una frana stabilizzata "Fs". Si tratta nel primo caso di alcune limitate aree sui pendii a nord di Valtesse, che nel precedente studio geologico erano indicate come "aree potenzialmente soggette a crollo di massi" nella Carta di Sintesi, senza tuttavia trovare riscontro nel P.A.I.; nel secondo caso, della frana avvenuta alla Fara, in Città Alta. Trattandosi di aree franose, si è ritenuto opportuno e necessario riprenderle anche a livello di Quadro del Dissesto P.A.I. Le aree P.A.I. di tipo esondativo (Ee, Eb, Em) sono perimetrate conformemente alle corrispondenti aree P.G.R.A., alcune delle quali discendono da studi idraulici di dettaglio ben ripresi e descritti nel DOSRI. Per quanto concerne infine le aree di conoide (Cn), si sottolinea che le perimetrazioni adottate sono quelle derivanti dalle valutazioni di dettaglio dello studio Eurogeo del 2017.

Si riportano di seguito, per completezza e comodità di lettura, le cartografie di dettaglio delle conoidi contenute nello studio Eurogeo del 2017, che esplicitano le ripерimetrazioni delle conoidi stesse. Per informazioni più dettagliate si rimanda allo studio.

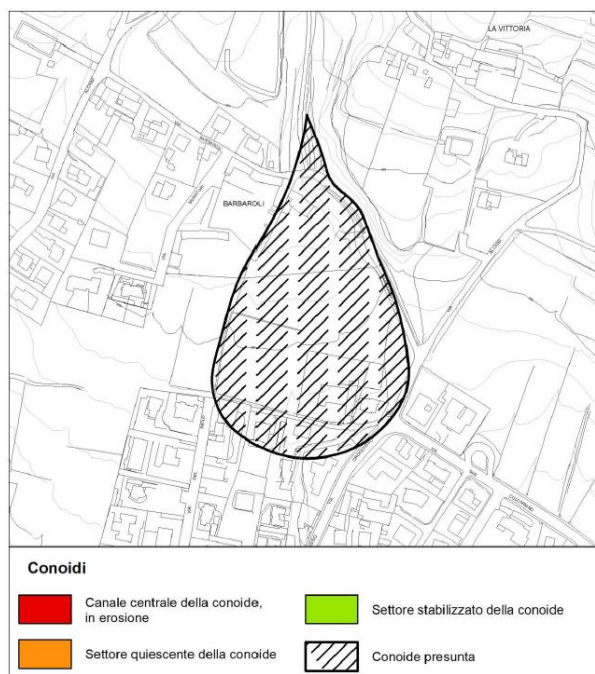


FIGURA 1 - RILEVAMENTO DELLA CONOIDE DI VIA BARBOLINI (EUROGEO, 2017)

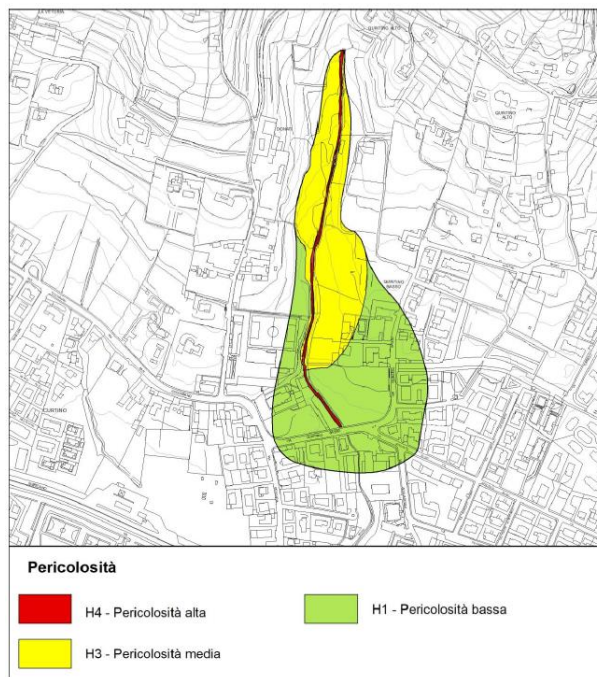


FIGURA 2 - RILEVAMENTO E ZONIZZAZIONE DELLA CONOIDE DI VIA QUINTINO BASSO (EUROGEO, 2017)

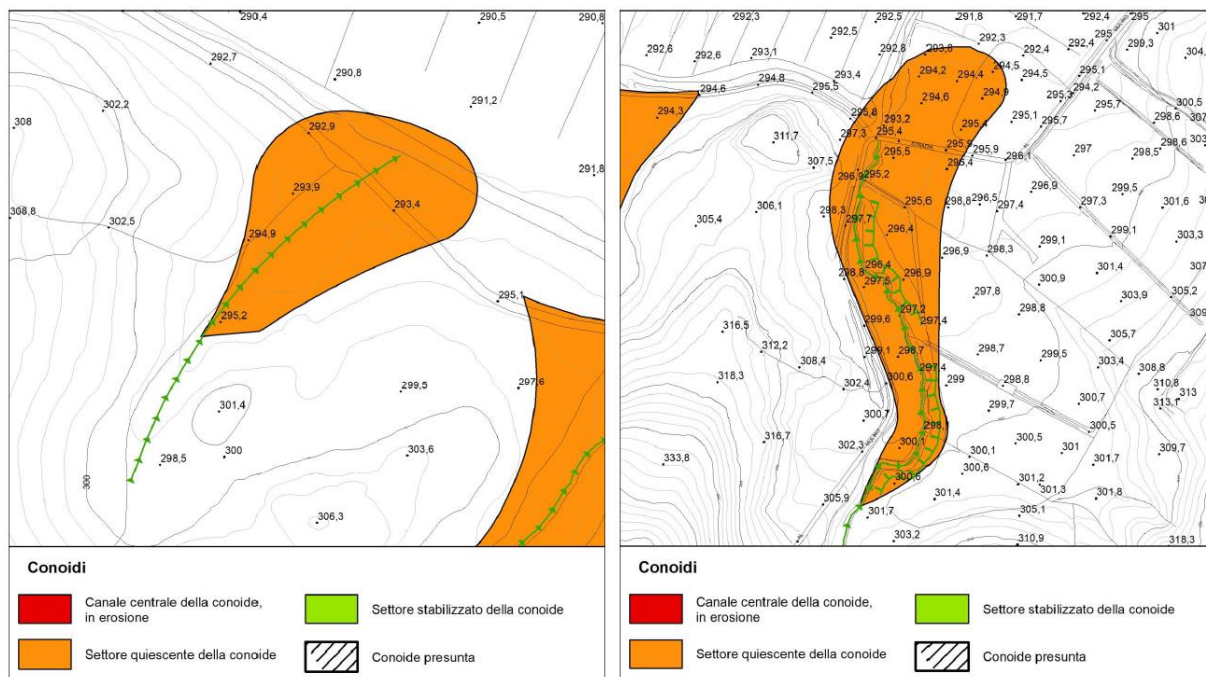


FIGURA 3 - CONOIDI "10" E "11" INTRODOTTE NEL 2017 (EUROGEO, 2017)



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

4.2. INTRODUZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. 19.VI.2017 - n. XI/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 2020.

Nel caso di specie, le perimetrazioni P.G.R.A. coincidono con quelle esondative del P.A.I., fatta eccezione per le aree esondative del Reticolo Secondario di Pianura di tipo consortile, che sono perimetrate come aree P.G.R.A. ma non come aree P.A.I., in quanto si tratta di un fenomeno esondativo non legato ad un corso d'acqua naturale, ma a quella che di fatto è una sorta di roggia.

Per una trattazione completa ed esaustiva delle aree esondative introdotte in aggiornamento al P.G.R.A., inclusa la descrizione dettagliata degli studi idraulici di dettaglio che hanno condotto all'individuazione e perimetrazione delle aree stesse, si rimanda al Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale. I corsi d'acqua interessati da perimetrazioni e riperimetrazioni sono, in particolare, il Torrente Morla, il Torrente Quisa, il Torrente Morletta, il Torrente Tremana ed alcune rogge ad essi afferenti.

Nel territorio di Bergamo, infine, non sussistono corsi d'acqua caratterizzati da Fasce Fluviali del P.A.I. / P.S.F.F.

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 R.S.C.M. (caratterizzanti la maggior parte dei corsi d'acqua nel territorio di Bergamo), mentre propone una normativa a sé per le aree dell'ambito RSP consortile. 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.

Ad oggi, il Comune non ha proceduto alla realizzazione degli studi di approfondimento idraulico sugli ambiti R4, studi che dovranno quindi essere effettuati in futuro; è però utile precisare che numerosi corsi d'acqua sono stati ampiamente studiati già a partire dal 2012 e fino al 2020, anche mediante modellizzazioni idrauliche, pervenendo a definizioni di pericolosità molto dettagliate.



FIGURA 4 - STRALCIO DELLA CARTOGRAFIA P.G.R.A. AGGIORNATO CONTENUTA FRA GLI ELABORATI DEL DOSRI

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 Bergamo)
- 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 Bergamo)



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

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 tratta dal DOSRI 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

Nelle tabelle a seguire, invece, si riassumono per completezza le norme d'uso associate alle aree esondative così come prospettate nel DOSRI. Si sottolinea tuttavia che lo strumento normativo geologico da utilizzare ai fini dell'uso del territorio e degli interventi di trasformazione territoriale è quello contenuto nelle Norme Geologiche di Piano, parte integrante del presente studio geologico.

RI	AREA	Norma di riferimento	Limitazioni e prescrizioni da applicare		CF geo
RSCM (Par.3.2.2 della DGR n.X/6738 del 19/06/2017)	P3/H	NdA PAI Art.9, c.5 per le Ee (per Aree esondabili che non derivano dall'Elaborato 2 del PAI)	Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n.279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Ee/Ca sono esclusivamente consentiti:	D.G.R. n.IX/2616 del 30 novembre 2011 - Allegato 4- Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione - Paragrafo 3.5-Zonazione del rischio	4
		NdA Art.9, c.7 per le Ca	- gli interventi di demolizione senza ricostruzione; - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457; - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo; - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela; - i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904; - gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;	Elenco non esaustivo dei possibili accorgimenti che dovranno essere presi in considerazione per la mitigazione del rischio e da indicare quali prescrizioni al fine di garantire la compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale (D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008): a) misure per evitare il danneggiamento di beni e strutture • realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento; • realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale di corrente; • progettare la viabilità minore interne e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimenti a forte velocità; • progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture	

		- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni; - la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti; - l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue; - (per le Ee non per le Ca) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente.	trasversali alla corrente principale; • Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo. b) misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni • opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione; qualora il calcolo idraulico non consenta di differenziare il valore della velocità nelle diverse porzioni della sezione, il grafico viene letto in funzione della velocità media nella sezione. Si intende che le condizioni idrauliche così definite si mantengano invariate su tutto il tronco a cavallo della sezione; • opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali; • fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento dei suoli coesivi. c) misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione: • uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori; • vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento. d) utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di	
--	--	---	---	--

		<i>Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.</i>	<i>resistere alle pressioni idrodinamiche;</i> e) <i>utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.</i> D.G.R. n. X/6738/2017 - 3.5.3. Disposizioni inerenti gli accorgimenti edilizi da adottare per la mitigazione del rischio Ad integrazione di quanto già riportato nell'allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione" al punto 3.5, in merito ai possibili accorgimenti edilizi che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione, al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, si aggiungono i seguenti, riferiti specificamente ai piani interrati e seminterrati:	
P2/M	NdA PAI Art.9, c.6 per le aree Eb NdA PAI Art.9, c.8 per le Cp	<u>Nelle aree Eb/Cp, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5 e 7, sono consentiti:</u> - <i>gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;</i> - <i>gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;</i> - <i>la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;</i> - <i>(per le Eb e non per le Cp) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono</i>	- <i>pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;</i> - <i>presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;</i> - <i>impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento;</i> - <i>aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;</i> - <i>rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'ingresso dell'acqua;</i>	3

			subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.	- sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.	
	P1/L	NdA PAI Art.9, c.6-bis per le aree Em NdA PAI Art.9, c.9 per le Cn D.G.R. n IX/2616 del 19 giugno 2017 D.G.R. n X/6738 del 30 novembre 2011	Nelle aree Em compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n.225. <u>Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.</u>		3
Nb. In Zone R4: i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla D.G.R. n. XI/2616/2011, con le finalità del par.4 della D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017, d'intesa con le Autorità regionali o provinciali competenti in materia.					
RSP (Par.3.3.3 della DGR n.X/6738 del 19/06/2017)	P3/H	D.G.R. n X/6738 del 30 novembre 2011	Per Aree Reticolo naturale si applicano le limitazioni e prescrizioni relative alla classe 4 di fattibilità geologica. Per Aree del Reticolo consortile sono da applicarsi le limitazioni e prescrizioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica. Disposizioni comuni: fino a che il Comune non redigerà uno studio di approfondimento a livello locale, è necessario: - subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, da acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio; - garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non	D.G.R. n.IX/2616 del 30 novembre 2011 - Allegato 4- Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione - Paragrafo 3.5-Zonazione del rischio Elenco non esaustivo dei possibili accorgimenti che dovranno essere presi in considerazione per la mitigazione del rischio e da indicare quali prescrizioni al fine di garantire la compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale (D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008): f) misure per evitare il danneggiamento di beni e strutture • realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate	3 RC



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

		<i>peggiore la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;</i> - <i>vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;</i> - <i>nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;</i> - <i>progettare e realizzare le trasformazioni consentite con modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica;</i> - <i>progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.</i> Per le aree RME di pianura si applicano le norme PAI del Titolo IV vigenti	rispetto al livello della piena di riferimento; • realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale di corrente; • progettare la viabilità minore interne e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimenti a forte velocità; • progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale; • Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo. g) <i>misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni</i> • opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione; qualora il	
--	--	---	---	--

P2/M	D.G.R. n X/6738 del 30 novembre 2011	Per Aree Reticolo naturale si applicano le limitazioni e prescrizioni relative alla classe 4 di fattibilità geologica. Per Aree del Reticolo consortile sono da applicarsi le limitazioni e prescrizioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica. Disposizioni comuni: fino a che il Comune non redigerà uno studio di approfondimento a livello locale, è necessario: - <i>subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, da acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio;</i> - <i>garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;</i> - <i>vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;</i> - <i>nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;</i> - <i>progettare e realizzare le trasformazioni</i>	calcolo idraulico non consenta di differenziare il valore della velocità nelle diverse porzioni della sezione, il grafico viene letto in funzione della velocità media nella sezione. Si intende che le condizioni idrauliche così definite si mantengano invariate su tutto il tronco a cavallo della sezione; • opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali; • fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento dei suoli coesivi. h) <i>misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione:</i> • uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori; • vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento. i) <i>utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche;</i> j) <i>utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.</i> D.G.R. n. X/6738/2017 - 3.5.3. Disposizioni inerenti gli accorgimenti edilizi da adottare per la mitigazione del rischio Ad integrazione di quanto già riportato nell'allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011 "Procedure per la	3 RC
-------------	---	---	---	-----------------

			<i>consentite con modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica;</i> - <i>progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.</i> - Per le aree RME di pianura si applicano le norme PAI del Titolo IV vigenti	valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione" al punto 3.5, in merito ai possibili accorgimenti edilizi che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione, al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, si aggiungono i seguenti, riferiti specificamente ai piani interrati e seminterrati: - pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua; - presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani; - impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento; - aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee; - rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'ingresso dell'acqua;	
P1/L		D.G.R. n IX/2616 del 19 giugno 2017 D.G.R. n X/6738 del 30 novembre 2011		sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.	
In Aree R3 - rischio elevato i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali da svolgersi secondo le procedure riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/201, se applicabili, e con le finalità descritte al paragrafo 4. "Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio".					

PRESCRIZIONI DA APPLICARSI IN TUTTI I CONTESTI A RISCHIO:

D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 - Allegato 4 - Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione - Paragrafo 3.5 - Zonazione del rischio

Elenco non esaustivo dei possibili accorgimenti che dovranno essere presi in considerazione per la mitigazione del rischio e da indicare quali prescrizioni al fine di garantire la compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale (D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008):

- k) *misure per evitare il danneggiamento di beni e strutture*
 - realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento;
 - realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale di corrente;
 - progettare la viabilità minore interne e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimenti a forte velocità;
 - progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale;
 - favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.
- l) *misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni*
 - opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione; qualora il calcolo idraulico non consenta di differenziare il valore della velocità nelle diverse porzioni della sezione, il grafico viene letto in funzione della velocità media nella sezione. Si intende che le condizioni idrauliche così definite si mantengano invariate su tutto il tronco a cavallo della sezione;
 - opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali;
 - fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento dei suoli coesivi.
- m) *misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione:*
 - uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori;
 - vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento.
- n) *utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche;*
- o) *utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.*

D.G.R. n. X/6738/2017 - 3.5.3. Disposizioni inerenti gli accorgimenti edilizi da adottare per la mitigazione del rischio

Ad integrazione di quanto già riportato nell'allegato 4 alla D.G.R. IX/2616/2011 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione" al punto 3.5, in merito ai possibili accorgimenti edilizi che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione, al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, si aggiungono i seguenti, riferiti specificamente ai piani interrati e seminterrati:

- pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;
- presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento;
- aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'ingresso dell'acqua;
- sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

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.;
- all'introduzione di aree per opere di laminazione;
- alle modifiche del vincolo di polizia idraulica legate ai vari aggiornamenti intercorsi al D.P.I.;
- all'introduzione di un geosito da elenco D.G.R. 2616/2011 (località tipo del Flysch di Bergamo – zona della Madonna del Bosco);



FIGURA 5 - GEOSITO "LOCALITÀ-TIPO DEL FLYSCH DI BERGAMO" NELLA ZONA DELLA MADONNA DEL BOSCO

4.4. AGGIORNAMENTO DEL MOSAICO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Il mosaico della fattibilità geologica, e conseguentemente la Carta di Sintesi, sono stati aggiornati in maniera sostanziale. Le aree di criticità sono state ridefinite rispetto a quelle dello studio Eurogeo 2011-2017, introducendo alcune modifiche/integrazioni; il nuovo quadro di riferimento è quello espresso al § 3.2.

In sintesi:

- sono state introdotte aree di criticità direttamente riconducibili alle perimetrazioni del P.A.I. e del P.G.R.A.;
- le aree di criticità di tipo geotecnico e di instabilità dei versanti, in particolare quelle riferite alla presenza di terreni fini su pendii inclinati, sono state semplificate e raggruppate, anche al fine di una più semplice definizione normativa.



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

- le aree da mantenere a disposizione per manutenzione e interventi di difesa idraulica (in classe 4), concettualmente legate alla fascia di rispetto dei corsi d'acqua, hanno subito alcune modifiche locali in conseguenza di modifiche alle fasce stesse;
- è stata introdotta una sottoclasse legata alle aree destinate ad opere di difesa idraulica ("4 lam")
- è stata introdotta una sottoclasse legata ad aree dell'ambito RSP sottoposte ad analisi di dettaglio ("3 rsp*")
- è stata introdotta una classe 3 associata alla frana stabilizzata "Fs" della Fara;
- sono state introdotte/aggiornate in modo significativo le aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese (in classe 3).

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.

5. COMPONENTE SISMICA

La componente sismica del P.G.T. è stata significativamente aggiornata in seno al presente lavoro. In particolare, sono stati introdotti i seguenti cambiamenti:

- Gli scenari di pericolosità Z2 sono stati declinati in Z2a e Z2b, come da normativa regionale; di fatto è stato individuato solo lo scenario Z2a (cedimenti).
- Le cartografie di 2° livello basate sull'interpolazione dei fattori calcolati non sono state riproposte, poiché, a parere dello scrivente, non costituiscono una rappresentazione concettualmente corretta del fattore di amplificazione sismica. Si è optato quindi per una diversa rappresentazione, integrata in un'unica Carta di Pericolosità Sismica Locale.
- L'analisi di 2° livello sugli scenari Z4 è stata integrata con alcuni dati nuovi a disposizione.
- L'analisi di 2° livello sugli scenari Z3 (creste/cocuzzoli) è stata mantenuta come da studio precedente.
- È stato introdotto lo scenario Z1a in corrispondenza di alcune modeste aree individuate come "frane da crollo" con conseguente classificazione P.A.I. di tipo "Fa" (frana attiva).

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 Bergamo 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 Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e 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 Fa 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 Trezzo sull'Adda 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); sono state individuate in corrispondenza degli ambiti di franosità attiva riportate nella carta PAI-PGRA.
- Z1c: zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetto sismico di instabilità); sono state individuate in corrispondenza degli ambiti di frana stabilizzata riportati nella carta PAI-PGRA.
- Z2a: zone soggette ad effetto sismico di cedimento: sono state individuate in corrispondenza degli ambiti con terreni di riporto e con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti.
- Z3b: zone di cresta o cocuzzolo (effetto sismico di amplificazione topografica); sono individuate sul comparto dei colli.
- Z4a: zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (effetto sismico di amplificazione litologica). Occupa vaste porzioni di fondovalle dell'abitato di Bergamo.
- Z4b: zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre (effetto sismico di amplificazione litologica). Occupa le zone di conoide.
- Z4d: zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale (effetto sismico di amplificazione litologica). Occupa vaste porzioni dell'abitato di Bergamo caratterizzate da unità litologiche limoso-argillose (alteriti e similari).

In base allo screening generale effettuato alla scala di piano, non sono emerse problematiche evidenti legate alla liquefazione, tali da giustificare l'introduzione dell'ambito Z2b. Infatti:

- la profondità della prima falda è generalmente elevata (30-40 m dal p.c.), ampiamente superiore ai 15 m che costituiscono la profondità minima affinché si rientri nelle condizioni di liquefazione;
- le zone con presenza di falde sospese o bassa soggiacenza della falda (ad esempio Longuelo) sono di contro generalmente caratterizzate da terreni molto fini (argille, limi), che in linea di massima si situano esternamente al fuso granulometrico tipico dei terreni liquefacibili;
- non vi sono evidenze storiche di effetti di liquefazione.

In ogni caso, 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 Eurogeo del 2011 ed all'aggiornamento (pur se non adottato) del 2017, e se ne riportano sinteticamente i risultati nelle tabelle a seguire. Per i dettagli delle elaborazioni si rimanda ai suddetti studi.

Tabella 6 – Tabella di raffronto tra i valori di F_a massimi calcolati per il territorio di Bergamo ed i valori soglia forniti dalla Regione Lombardia

	V_{s30} [m/s]	suolo tipo B periodo		suolo tipo C periodo		suolo tipo D periodo		suolo tipo E periodo	
		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
Soglia		1,5	1,7	1,9	2,4	2,3	4,3	2,0	3,1
01	618-587	1,5	1,1						
02	571-544	1,4	1,1						
03	513-485	1,8	1,1						
04	560-558	1,1	1,0						
05	573-608	1,2	1,0						
06	751-648	1,1	1,0						
07	516-431	1,2	1,0						
08	393-349	1,6	1,1						
09	256-256			2,2	1,2	2,2	1,2		
10	413-358	2,3	1,3	2,3	1,3				
11	344-310			2,1	1,3	2,1	1,3		
12	533-527	1,4	1,1						
13	371-399	1,8	1,5	1,8	1,5				
14	450-392	1,8	1,3	1,8	1,3				
15	390-398	1,7	1,1	1,7	1,1				
16	574-560	1,2	1,0						
18	277-305			1,4	1,1				
20	430-507	1,4	1,1						
PGT003	435-438	1,8	1,1	1,8	1,1				
PGT002	539-528	1,4	1,0					1,4	1,0
PGT004	526-491	1,5	1,1						
PGT019	294	1,5	1,1	1,5	1,1				
PGT001	591	1,6	1,2	1,6	1,2			1,6	1,2
PGT011	808	1,2	1,0	1,2	1,0				
PGT021	597	1,4	1,1	1,4	1,1			1,4	1,1
Indagini 2011-2017									
PGT046	250-259			1,6	1,2				
PGT047	447-139	1,9	1,3	1,9	1,3				
PGT048	508-517	1,5	1,2						
PGT049-1	584-493	1,6	1,2	1,6	1,2				
PGT049-2	591-593	1,4	1,1						



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI
BERGAMO

REDAZIONE DEL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO
COMUNALE ED AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO,
IDROGEOLOGICO E SISMICO COMUNALE

Elaborato A: Relazione Generale della Componente Geologica

Come si evince dalla tabella, per quanto concerne l'effetto Z4, la maggior parte delle elaborazioni ha fornito valori di amplificazione calcolati inferiori o uguali ai fattori soglia comunali forniti da Regione Lombardia, tuttavia, in alcuni casi i fattori sono risultati superiori. 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 cresta/cocuzzolo (Z3), nello studio del 2017 è specificato che tutte le situazioni verificate hanno fornito un fattore di amplificazione compatibile con il valore soglia comunale, tenendo conto della tolleranza di $\pm 0,1$ ammessa dalla normativa.

In seno a questo aggiornamento, sono state poi aggiunte alcune elaborazioni di 2° livello *ex novo*, grazie a nuovi dati sismici derivanti da indagini condotte sul terreno in occasione di vari interventi edilizi. Di seguito si riassumono i nuovi punti analizzati, specificando se la normativa sia sufficiente ($F_{ac} \leq F_{as}$) o insufficiente ($F_{ac} > F_{as}$) per tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica.

SITO ANALIZZATO	TIPO DI SUOLO E VERIFICA DEL FATTORE DI SICUREZZA
Via Curie	B – Non verificato
Via Spino	B – Verificato
Stadio Gewiss	B – Non verificato
Centro Terza Età Loreto	B – Non verificato
Cimitero di Bergamo	C – Verificato
Cimitero di Colognola	C – Verificato
Mangimi Moretti	B – Verificato
Via Zanica	B – Non verificato
Velostazione	C – Verificato

Per quanto concerne la rappresentazione delle aree con fattore calcolato superiore al fattore soglia comunale, si è 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.

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.

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 a 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.

Mozzo, marzo 2024

Dott. Geol. Alessandro Chiodelli

