



COMUNE DI PALAZZAGO (BG)



RECEPIMENTO DELLO STUDIO DI SOTTOBACINO DEL TORRENTE BREGOGNA

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE CARTA PAI/PGRA (d.g.r. 6738/2017)

RELAZIONE TECNICA

Grassobbio (Bg), 17 giugno 2021

Dott. Geol. Fabio Plebani
Iscriz. Ord. Geologi della Lombardia n. 884

Dott. Geol. Andrea Gritti
Iscriz. Ord. Geologi della Lombardia n. 1461

• Documento di controllo e di sintesi

Lavoro:	https://d.docs.live.net/1512017853c3e24b/2021/PALAZZAGO_033_0221_Hattaggiornamento_studio_geologico_Comune/_RELAZIONI/033_0221_PALAZZAGO_aggiornamento_studio_geologico_PAI_PGRA_00.docx
Stato:	Bozza
Responsabile di progetto:	Fabio Plebani
Responsabile interno	Fabio Plebani
Titolo:	Aggiornamento dello studio geologico comunale
Autore/i e coordinatori documento:	Fabio Plebani
Cliente:	Comune di Palazzago
Contatto clienti:	Ing. Franco Salvetti
Data di emissione:	17/6/2021
No. di copie:	1 PDF
Numero pagine:	26
Ultima stampa:	
Ultimo salvataggio:	
Trasmissione:	Email
Ulteriori informazioni:	

•

Relazione di sintesi	
Parole chiave	Palazzago, studio geologico comunale, d.g.r. 2616/2011, d.g.r. 6738/2017, PGRA
Riassunto	

•

Garanzia di qualità					
Autore	Revisione tecnica	Edito	Versione documento	Approvato per emissione	
				Date	Firma
Fabio Plebani	Andrea Gritti		WC00	17/06/2021	AG

INDICE

1.0	PREMESSA	4
3.0	CARTA PAI/PGRA.....	8
3.1	Lo studio idraulico di sottobacino del torrente Bregogna	9
3.2	Le aree di pericolosità idraulica (PGRA, d.g.r. 6738/2017)	9
3.3	La nuova carta PAI-PGRA	11
4.0	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA	12
4.1	Le aree di pericolosità e di rischio idraulico (all. 4, d.g.r. 2616/2011)	12
4.2	La nuova carta della Fattibilità geologica.....	14
5.0	REVISIONE DELLA CLASSI DI FATTIBILITA' E DELLA DELIMITAZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA IN VIA SALVANO	14
6.0	CARTA DEI VINCOLI	17
7.0	IL RISCHIO RADON.....	18
8.0	CONCLUSIONI.....	26

1.0 PREMESSA

A seguito del parere favorevole da parte di Regione Lombardia sullo studio di sottobacino dei Torrenti Lesina, Bregogna e suoi affluenti nei comuni di Almenno S. Bartolomeo, Barzana, Bonate Sotto, Brembate di Sopra, Bonate Sopra, Mapello, Palazzago, Ponte S. Pietro e Presezzo e delle relative aree allagabili, il Comune di Palazzago ha avviato le procedure per la revisione e l'aggiornamento dello studio geologico comunale relativamente alle aree PAI/PGRA e conseguentemente alla Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano, secondo quanto previsto dalla d.g.r. 6738/2017 ("...").

La d.g.r. n. 2616/2011, che detta i criteri per la redazione degli studi geologici comunali, riporta in allegato l'elenco della documentazione che deve essere consultata obbligatoriamente "nella fase iniziale di ricerca storica e bibliografica della componente geologica del PGT": "eventuali difformità con tali elementi di riferimento, devono essere puntualmente motivate". L'allegato è stato aggiornato con d.g.r. n. 2120/2019 ("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"), aggiungendo i lavori e gli studi nel frattempo predisposti ed approvati da Regione Lombardia.

Lo studio sui Torrenti Lesina, Bregogna e affluenti rientra nel più recente aggiornamento dell'elenco, nella categoria degli "studi di sottobacino idrografico (...) redatti in conformità alle Linee Guida regionali per la definizione di Studi idrogeologici a scala di sottobacino idrografico approvate con decreto d.u.o. 26 novembre 2007, n. 14313 e pubblicato sul B.U.R.L. n. 251 del 10 dicembre 2007", come "Studio idrogeologico a scala di sottobacino idrografico in Valle Brembana datato 2010.

La disponibilità di uno studio idraulico di dettaglio, nonché la necessità di provvedere all'aggiornamento delle cartografie PAI/PGRA richiesto dalle norme vigenti (d.g.r. 6738/2017, in attuazione della c.d. Direttiva Alluvioni), hanno dunque portato il Comune di Palazzago a dare incarico ai fini di ottemperare a tali indicazioni normative e ad adeguare ai nuovi studi, oltre la componente geologica, le previsioni urbanistiche che ad essi si richiamano.

Il Comune di Palazzago è dotato di uno studio geologico vigente (redatto dallo studio EUROGEO nel **1998**) che è stato dichiarato conforme alle normative regionali, costituito da una esaustiva relazione tecnica e da una serie di carte tematiche, nel rispetto di quanto previsto dalla Legge Regionale 24 novembre 1997, n. 41 "Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro

varianti". Successivamente l'Amministrazione Comunale ha affidato incarico allo studio EUROGEO per l'adeguamento dello studio geologico del territorio comunale secondo le disposizioni in materia previste dalla l.r. 12/2005 "per il governo del territorio" e relativi criteri attuativi (d.g.r. n. 8/1566/2005 e n. 8/7374/2008); in particolare, l'incarico è consistito nell'approfondimento delle conoscenze relative agli aspetti geologici, geomorfologici e litotecnici del territorio di Palazzago per l'eventuale aggiornamento delle tavole cartografiche e delle previsioni di fattibilità geologica dello studio vigente, oltre che nell'adeguamento alle nuove disposizioni normative in materia antisismica, con particolare riferimento a quanto descritto nell'allegato 5 (Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio) dei Criteri attuativi della l.r. 12/2005 per quanto riguarda la "componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.", di cui sono obbligatori, in fase di pianificazione, i primi due livelli di approfondimento.

Un successivo aggiornamento dello studio geologico, relativamente alla Carta dei Vincoli, la Carta di Sintesi e la Carta di Fattibilità geologica, con indicazioni in merito agli aspetti del rischio sismico, è stato completato nell'anno **2015** dallo Studio EUROGEO, aggiornamento consegnato in Comune e dallo stesso formalmente approvato, con parere favorevole di Regione Lombardia protocollato in data 6 agosto 2015.

Infine, nell'anno **2021**, nell'ambito della predisposizione della Variante generale al PGT, ai sensi dell'art. 13, comma 1, della l.r. 12/2005 e s.m.i., si è proceduto all'aggiornamento delle cartografie di vincolo e proposta, sostituendo anche le Norme Geologiche di Piano con un nuovo impianto normativo, allegato alla presente relazione.

Da quanto detto, dunque, si considera tuttora valida e vigente la seguente documentazione:

Studio EUROGEO (1998_2011):

- Relazione
- Doc_Frane
- Carta della dinamica geomorfologica NE
- Carta della dinamica geomorfologica NW
- Carta della dinamica geomorfologica S
- Carta clivometrica
- Carta geologica

- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica
- Sezioni geologiche

Studio EUROGEO (2015):

- Tav. 3A - Carta di Sintesi
- Tav. 3B – Carta di Sintesi
- Tav. 1 - Carta della Pericolosità Sismica Locale
- Relazione tecnica (per quanto riguarda gli aspetti descrittivi relativi alla cartografia di sintesi, all'analisi sismica, esclusa la parte normativa).

Vengono redatte in sostituzione delle precedenti (2021):

- Tav. 02 - Carta dei Vincoli
- Tav. 4A – Carta della fattibilità geologica, scala 1:10000
- Tav. 4N - Carta della fattibilità geologica, scala 1:5000
- Tav. 4S - Carta della fattibilità geologica, scala 1:5000
- Tav. 05 - Carta PAI-PGRA

e si aggiorna la parte normativa con i riferimenti alla nuova direttiva in materia di rischio di alluvione.

La presente relazione descrive nei particolari le azioni che hanno portato alla redazione delle cartografie e delle normative aggiornate. Per le descrizioni e le informazioni sull'assetto generale e sulle cartografie che ancora mantengono la validità, si rimanda alla documentazione vigente sopra elencata, per le parti che non vengono ad ora modificate.

La d.g.r. 6738/2017 fornisce precise indicazioni in merito alle procedure amministrative che i Comuni devono seguire per l'approvazione e il recepimento delle varianti, tra le altre, alla componente geologica territoriale.

“I Comuni:

- **Corredano** tutte le varianti urbanistiche adottate dopo la data di pubblicazione sul BURL delle presenti disposizioni, di un'asseverazione di congruità delle varianti stesse con la componente geologica del PGT e con le nuove limitazioni derivanti dalle presenti disposizioni regionali, seguendo il nuovo schema di asseverazione riportato in Allegato 6;

- **Trasmettono** a Regione Lombardia - Direzione Generale Territorio Urbanistica, Difesa del Suolo e Città Metropolitana – U.O. Difesa del suolo, **entro il giugno di ciascun anno** le segnalazioni di necessità di modifica **per evidenti errori materiali o manifeste incongruenze (...)**;

- (...)

- **Trasmettono** a Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio Urbanistica, Difesa del Suolo e Città Metropolitana – U.O. Difesa del suolo, prima dell'adozione delle varianti agli strumenti urbanistici di adeguamento alle presenti disposizioni la componente geologica del PGT, **se contenente modifiche all'Elaborato 2 del PAI vigente e alle mappe del PGRA (ambiti RSCM, RSP)**;

- **Consegnano a Regione Lombardia**, attraverso l'applicativo MULTIPLAN (Sistema informativo PGTWEB: archivio documentale Piani di Governo del Territorio), in sede di pubblicazione dello strumento urbanistico comunale adeguato alle presenti disposizioni, oltre a quanto già previsto dalle disposizioni vigenti:

- la componente geologica adeguata ai sensi delle disposizioni vigenti e della presente integrazione;
- gli studi di valutazione di dettaglio delle condizioni di pericolosità e di rischio;
- l'asseverazione di cui all'Allegato 6 alle presenti disposizioni;
- la carta PAI – PGRA nella quale tracciano, alla scala dello strumento urbanistico ed utilizzandone la medesima base topografica, tutti gli elementi che derivano dal
- recepimento alla scala comunale dei contenuti del PAI e del PGRA in conformità alle presenti disposizioni.”

2.0 NOTA METODOLOGICA

L'aggiornamento e la modifica delle cartografie oggetto della presente variante derivano sostanzialmente dall'applicazione dei risultati dello studio idraulico dei Torrenti Lesina, Bregogna e affluenti, dai quali, sulla base dei diversi gradi di pericolosità riconosciuti ai sensi della c.d. Direttiva alluvioni, si è tratta la nuova Carta PAI/PGRA e, in funzione della perimetrazione delle aree esondative (nello studio sono state suddivise le aree esondative con tempi di ritorno di 50 e 200 anni), la nuova Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano.

La Carta dei Vincoli viene adeguata recependo le modifiche delle carte PAI/PGRA e della Fattibilità geologica, oltre alle nuove perimetrazioni relative al Documento di Polizia Idraulica comunale.

3.0 CARTA PAI/PGRA

Come prescrive la d.g.r. 6738/2017 *“nel momento in cui i Comuni procedono all'adeguamento dei propri strumenti urbanistici predispongono una carta PAI-PGRA nella quale tracciano, alla scala dello strumento urbanistico ed utilizzandone la medesima base topografica, tutti gli elementi che derivano dal recepimento alla scala comunale dei contenuti del PAI e del PGRA, incluse le eventuali modifiche proposte, ed in particolare:*

(...) (...)

- Aree allagabili su reticolo secondario collinare e montano, classificate secondo la legenda dell'Elaborato 2 del PAI;

- Altri fenomeni di dissesto (frane, valanghe, RME per frana e valanga) classificati secondo la legenda dell'Elaborato 2 del PAI;

- Aree allagabili sul reticolo di pianura, classificate come RSP-P3/H, RSP-P2/M (reticolo consortile) e RSP-P3/H, RSP-P2/M (reticolo naturale);

- Aree allagabili sui laghi, classificate come ACL-P3/H, ACL-P2/M e ACL-P1/L;

- Aree oggetto delle valutazioni più dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali.”

Sulla base delle indicazioni normative e delle conclusioni dello studio idraulico si è dunque provveduto ad aggiornare e adeguare l'originaria Carta PAI, ora PAI/PGRA.

3.1 Lo studio idraulico di sottobacino del torrente Bregogna

A seguito di eventi alluvionali conseguenti a condizioni climatiche particolarmente critiche, progressivamente più frequenti ed intense negli anni più recenti, Regione Lombardia, con il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e con il concorso dei Comuni interessati, ha dato incarico allo studio del Dott. Ing. Taccolini (che si è avvalso di collaborazioni specifiche) per la redazione di uno studio idraulico, avente per oggetto l'approfondimento delle conoscenze nel bacino dei torrenti Bregogna, Lesina e affluenti.

A tale studio, che, come accennato, Regione Lombardia ha inserito tra quelli oggetto di indispensabile consultazione per la redazione degli studi della componente geologica comunale, si rimanda naturalmente per qualsiasi dettaglio ed approfondimento; peraltro, gli elaborati e le conclusioni a cui esso perviene sono da considerare parte integrante e riferimento irrinunciabile del presente aggiornamento dello studio geologico comunale, che ad esso si richiama in quanto **“valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali**, da svolgersi secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011” (v. d.g.r. 6738/2017 “Attuazione Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione – PGRA”).

In sintesi, lo studio è partito da un inquadramento idrologico e idraulico dell'intero bacino, a sua volta poi suddiviso in sottobacini di minori dimensioni, da cui, elaborando i dati pluviometrici con le metodologie messa a punto da ARPA Lombardia, si sono elaborate le altezze cumulate di pioggia da 1 a 24 h per i tempi di ritorno di 5, 20, 50, 100 e 200 anni.

Lungo gli alvei sono state rilevate numerose sezioni topografiche, anche in corrispondenza dei manufatti di attraversamento o dei principali scarichi, le quali hanno permesso la realizzazione di un modello idraulico necessario a simulare il funzionamento del Torrente Bregogna, al fine di individuare le criticità esistenti per i tempi di ritorno pari a 50 e 200 anni, realizzando planimetrie in cui sono state rappresentate le aree esondabili per i sopracitati tempi di ritorno.

3.2 Le aree di pericolosità idraulica (PGRA, d.g.r. 6738/2017)

Nella vigente versione, l'estensione delle aree a rischio di esondazione lungo il reticolo idrografico, rappresentate nella cartografia del PAI, è stata ripresa dagli studi dell'Autorità di Bacino che, sebbene, non

Aggiornamento della componente geologica del PGT, anno 2021 – Comune di Palazzago

abbiano ad oggi definito fasce di rispetto ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), hanno comunque provveduto alla determinazione, anche cartografica, delle aree di possibile esondazione, rappresentabili nella carta PAI con le sigle Em, Eb, Ee, indicatrici rispettivamente di pericolosità bassa, moderata ed elevata.

La più volte citata Direttiva Alluvioni (PGRA), recentemente approvata ed oggi vigente, è stata a sua volta oggetto della d.g.r. 6738/2017, che detta le *“disposizioni regionali per l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza (...)”*.

Il PGRA è corredato da cartografie di dettaglio, le “mappe della pericolosità” e le “mappe del rischio” disponibili sul GeoPortale di Regione Lombardia, che “rappresentano un aggiornamento ed integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli elaborati del PAI”, di cui i Comuni debbono da subito tenerne conto “in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami”.

Nella d.g.r. 6738/2017 viene specificato, a proposito del **Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)**, che le aree allagabili delimitate nelle mappe di pericolosità del PGRA corrispondono in gran parte alle aree già classificate come Ee, Eb, Em, nell’Elaborato 2 del PAI aggiornato dai Comuni.

Le cartografie disponibili sul GeoPortale di Regione Lombardia, che rappresentano le aree segnalate nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA in attuazione della cosiddetta “Direttiva Alluvioni”, nella revisione definitiva del 2015) riprendono sostanzialmente, per quanto riguarda il reticolo idrografico (RSCM) le superfici ed i poligoni riconosciuti e descritti nella vigente carta PAI dello studio geologico, la quale viene ora aggiornata con l’inserimento delle aree che derivano dallo studio idraulico di sottobacino dei torrenti Lesina, Bregogna e affluenti.

La **d.g.r. 6738/2017**, nell’ambito delle disposizioni per le procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, prescrive che *“nelle aree allagabili classificate come P3/H, P2/M e P1/L nell’ambito RSCM che derivano dalle proposte di aggiornamento all’Elaborato 2 del PAI formulate dai Comuni:*

1. i Comuni continuano ad applicare le norme di cui all’art. 9 e Titolo IV delle N.d.A. del PAI vigenti su tali aree ed aggiornano, se necessario e conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali secondo le indicazioni fornite al paragrafo 7, “Disposizioni integrative rispetto a quanto contenuto nella d.g.r. VIII/4732/2007 relative all’attuazione della variante normativa al PAI nel settore della Pianificazione dell’emergenza alla scala comunale”.

2. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell’Ortofoto AGEA 2015 (pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio

locali, da svolgersi secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/201122. La valutazione deve avere le finalità descritte al paragrafo 4. "Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio". Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio si applicano, anche all'interno dell'edificato esistente, le norme PAI vigenti".

Lo studio idraulico di sottobacino dei torrenti Lesina, Bregogna e affluenti risponde, come riconosciuto da Regione Lombardia, alla "valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità", pertanto nella nuova Carta PAI/PGRA vengono rappresentate, riprendendole da tale documento, in sostituzione delle precedenti, le "aree di pericolosità idraulica": pericolosità per scenario frequente H (P3/H), pericolosità per scenario poco frequente M (P2/M) e pericolosità per scenario raro L (P1/L).

3.3 La nuova carta PAI-PGRA

Si rimanda alla documentazione descrittiva dello studio idraulico del Dott. Ing. Taccolini per la trattazione teorica e la metodologia seguita per la determinazione dell'estensione delle aree con diversa pericolosità idraulica, mentre di seguito si forniscono alcune sommarie indicazioni riferite alle più significative situazioni riscontrate – a seguito del recepimento dello studio idraulico - nell'ambito del territorio comunale di Palazzago, che trovano riscontro nelle relative cartografie PAI/PGRA.

Le cartografie presentano l'aggiornamento delle delimitazioni delle aree PAI/PGRA nell'ambito territoriale considerato:

- 1) nello "stato di fatto", relativo alla situazione attuale;

Perimetrazione aree di pericolosità idraulica ai sensi del PGRA – studio idraulico di sottobacino

Lungo l'asta del Torrenti Bregogna, lo studio idraulico di sottobacino ha portato ad una revisione delle precedenti delimitazioni, come evidente nello stralcio cartografico allegato, dove si mette a confronto la cartografia di proposta con la cartografia datata 2011.

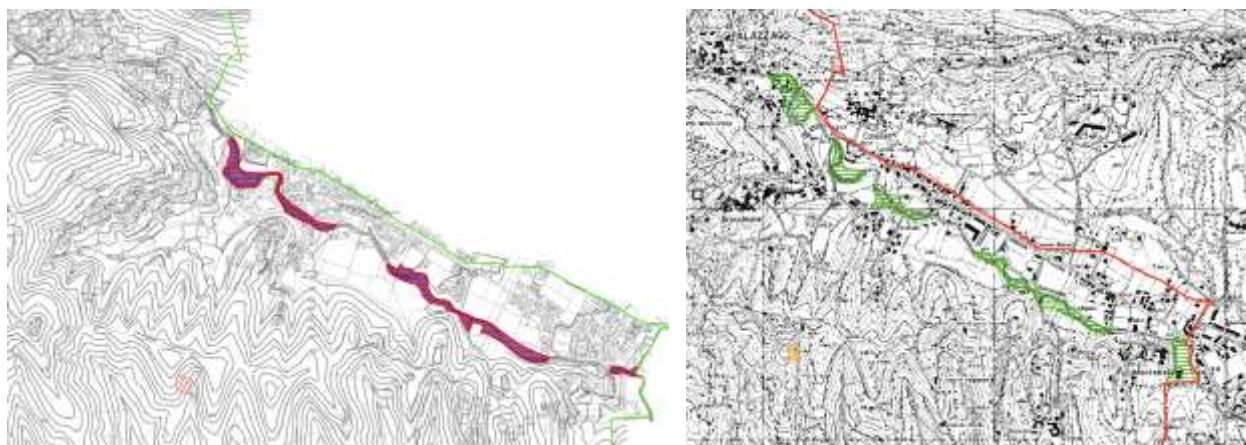


Figura 1 A sinistra stralcio della Carta PAI-PGRA (2021), a destra stralcio della Carta del dissesto PAI (2011)

In corrispondenza del Torrente **Bregogna**, i risultati delle verifiche idrauliche (Taccolini, 2010) hanno di fatto escluso dal PAI/PGRA alcuni settori che in precedenza ne erano interessati, nello specifico nella porzione mediana del comune, nei pressi del confine comunale con Almenno San Bartolomeo e nella porzione orientale del comune, nei pressi del confine comunale con Barzana.

Tutte le aree esondative relative al Torrente Bregogna sono state classificate come aree a pericolosità molto elevata ovvero Ee.

Viene anche inserita una perimetrazione Fa di “frana attiva” ubicata sulla sponda idrografica destra del Torrente Bregogna.

4.0 CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

Sulla base delle indicazioni normative e delle conclusioni dello studio idraulico si è provveduto ad aggiornare e adeguare, conseguentemente alla Carta PAI/PGRA, anche la Carta della fattibilità geologica, facendo riferimento, in questo caso, alle indicazioni metodologiche poste a conclusione (par. 3.5) dell'all. 4 della d.g.r. 2616/2011.

4.1 Le aree di pericolosità e di rischio idraulico (all. 4, d.g.r. 2616/2011)

Le indicazioni tecniche vigenti, contenute nella Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 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”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012., prevedono che gli studi idraulici di maggiore dettaglio, previsti nella d.g.r. 6738/2017, facciano riferimento ai criteri descritti nell’allegato 4 della stessa d.g.r. 2616/2011 (“Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione”), al fine di “valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione”.

Regione Lombardia ha riconosciuto allo studio idraulico di sottobacino dei torrenti Lesina, Bregagna e affluenti (Tacolini, 2010) lo status di “studio di maggiore dettaglio” conforme ai criteri di cui all’allegato 4 della d.g.r. 2616/2011.

Nello studio idraulico di sottobacino, pertanto, come prescritto dal citato allegato tecnico alla d.g.r. 2616/2011, “nella determinazione delle fasce di pericolosità idraulica si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dalle modellazioni idrologico-idrauliche condotte per un tempo di ritorno $Tr=100$ anni”.

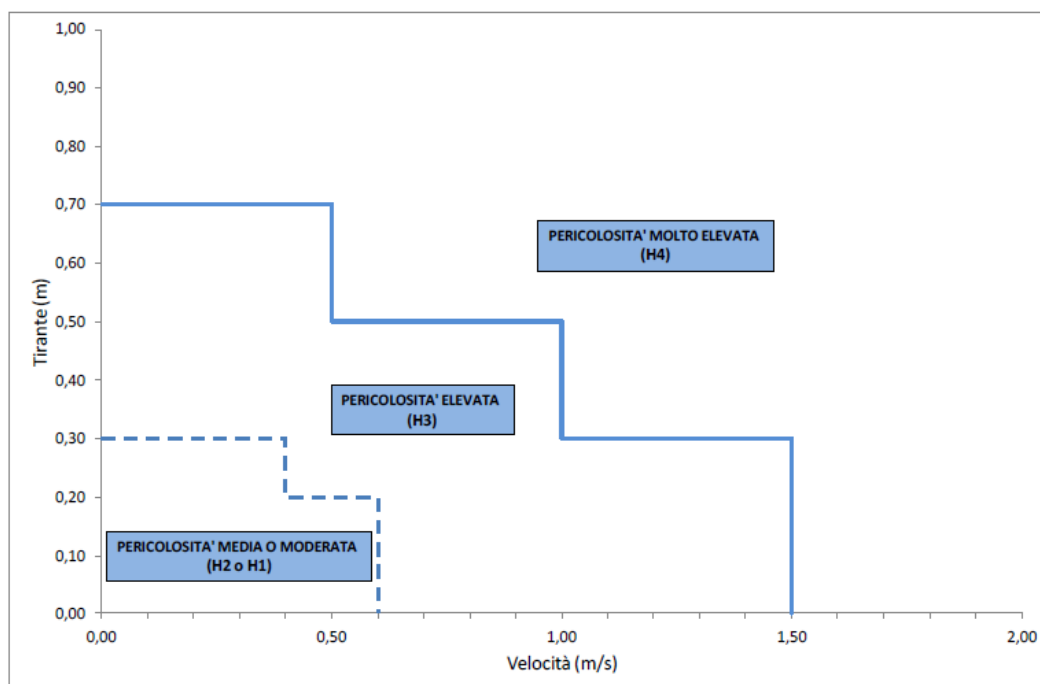


Figura 2 - Grafico di riferimento per la classificazione dei livelli di pericolosità idraulica (d.g.r. 2616/2011, All. 4, punto 3.4)

4.2 La nuova carta della Fattibilità geologica

Perimetrazione classi di fattibilità geologica ai sensi della d.g.r. 2616/2011 – stato di fatto

Come per la delimitazione delle aree PAI/PGRA, anche relativamente alle classi di fattibilità geologica lo studio idraulico di sottobacino e le procedure seguite per l'approfondimento di maggior dettaglio previsto dalla d.g.r. 6738/2017 e dall'all. 4 della d.g.r. 2616/2011, hanno portato ad una revisione delle classi di fattibilità geologica ad ora vigenti lungo l'asta del torrente Bregogna.

Lungo il Torrente Bregogna le modifiche più significative relative allo studio idraulico di sottobacino sono coincidenti con le aree esondative Ee, le quali sono confluite all'interno della sottoclasse 4Ee.

Oltre all'adeguamento resosi necessario in seguito al recepimento dello studio idraulico di sottobacino, con l'occasione si è provveduto, rispetto alla versione precedente, di optare per una suddivisione della classe 4 in sottoclassi, nello specifico sono state inserite la sottoclasse 4a relativa alle aree interessate da frane attive, la sottoclasse 4b relativa alle frane quiescenti mentre la sottoclasse 4c corrispondente alle aree esondative con pericolosità molto elevata.

Rimangono inalterate invece le suddivisioni in sottoclassi delle classi di fattibilità 2 e 3 come suddivise nella versione vigente, ovvero la classe 2 suddivisa in sottoclasse 2a con problematiche di tipo geologico-geotecnico e sottoclasse 2b con problematiche di instabilità dei versanti e di acclività. La classe 3 invece viene suddivisa in sottoclasse 3a rappresenta problematiche geologico-geotecniche e/o per instabilità e acclività dei versanti, la sottoclasse 3b invece riguarda problematiche di tipo idraulico.

Sono state eseguite anche alcune ripermetrazioni, con una ridefinizione della classe 4 nelle aree di fondovalle (specialmente lungo il fondovalle del Torrente Bregogna), all'interno di settori privi di perimetrazioni di esondazione, ma potenzialmente critici vista la prossimità al corso d'acqua e precedentemente appartenenti alla classe di fattibilità 2 e 3.

5.0 REVISIONE DELLA CLASSI DI FATTIBILITA' E DELLA DELIMITAZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA IN VIA SALVANO

L'Amministrazione Comunale ha considerato, sulla base di una relazione tecnica redatta da diverso professionista, la possibilità di rivedere localmente la delimitazione delle aree di pericolosità idraulica in

corrispondenza di un settore nel quale è stato verificato che le attuali condizioni topografiche e morfologiche sono diverse e più favorevoli rispetto alla pericolosità di esondazione del torrente Bregogna.

A migliore e più esaustiva descrizione delle condizioni in essere e della proposta di ridelimitazione, si riprendono dunque le considerazioni contenute nello studio di dettaglio presentato all'Amministrazione Comunale, a firma dello Studio Tecno.Geo di Bergamo (v. citazioni in corsivo), finalizzato a dimostrare l'insussistenza, sui terreni interessati, del rischio di esondazione grazie ad una situazione topografica e morfologica tale che *“gran parte dei terreni sopra menzionati si colloca ad una quota sopraelevata di oltre 3 m rispetto a quella indicata a rischio di esondazione e dei terreni circostanti”*.

La rettifica richiesta deriva dunque esclusivamente da un “maggior dettaglio morfologico” ed interessa terreni posti in destra idrografica del torrente Bregogna (Borgogna), in via Salvano.



Figura 3. Ubicazione dell'area

“La richiesta di rettifica del perimetro dell'area a rischio di esondazione avanzata con la presente nota deriva dalle marcate ed ineluttabili evidenze morfologiche di terreno. Come rilevabile anche nella planimetria di dettaglio dei luoghi (...) basata su un rilievo topografico specificatamente eseguito (...), si evidenzia come nella zona prossima al capannone esistente sia presente un terrazzamento pianeggiante posto ad un

dislivello , rispetto alle aree identificate a rischio di esondazione di oltre 3 m": di tale terrazzamento, "realizzato ormai oltre un decennio fa sulla base di una autorizzazione edile rilasciata dal Comune di Palazzago", sopraelevato rispetto alla piana alluvionale, si "richiede l'esclusione dall'area esondabile".

Ad oggi, "i terreni posti accanto alla sponda destra del corso d'acqua nella zona di interesse si presentano pianeggianti e posti ad un dislivello rispetto al ciglio del corso d'acqua di 3 - 4 m e comunque sempre di almeno 3 m rispetto al pianoro del terrazzamento."

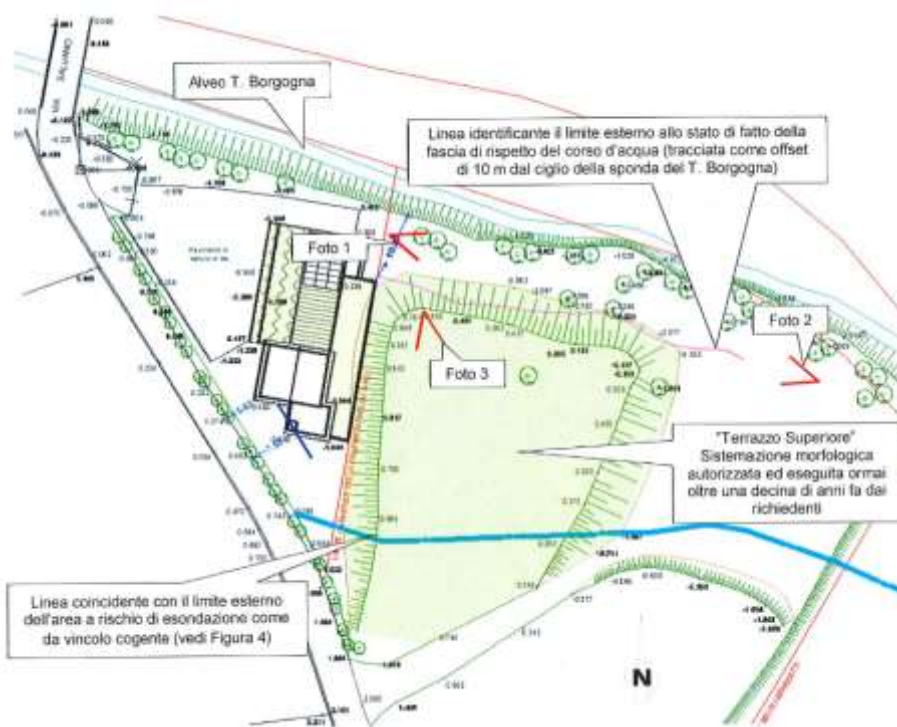


Figura 4. Planimetria dell'area con individuazione della fascia di rispetto di 10 m del corso d'acqua e perimetro esterno dell'area a rischio di esondazione come da vincolo cogente (da Tecno.Geo)

Dalle osservazioni e dai rilievi eseguiti "risulta evidente che la morfologia dei luoghi allo stato di fatto (...) comporta l'impossibilità che le acque del t. Borgogna, in qualsiasi condizione idraulica (...) possano interessare l'area del terrazzamento superiore".

A seguito delle considerazioni sopra esposte, dunque, si ritiene condivisibile la richiesta di ridelimitazione dell'aria a rischio basata su considerazioni di tipo morfologico e topografico, facendo corrispondere il nuovo limite alla scarpata del terrazzamento morfologico, considerando comunque cautelativamente la possibilità che le acque di esondazione dal torrente Borgogna possano arrivare ad un'altezza di 1,5 m rispetto al ciglio della valle incisa.

Di conseguenza, vengono modificate localmente le perimetrazioni della classe di fattibilità – da classe 4 a classe 3 – e delle classi PAI-PGRA – con esclusione della delimitazione Ee.

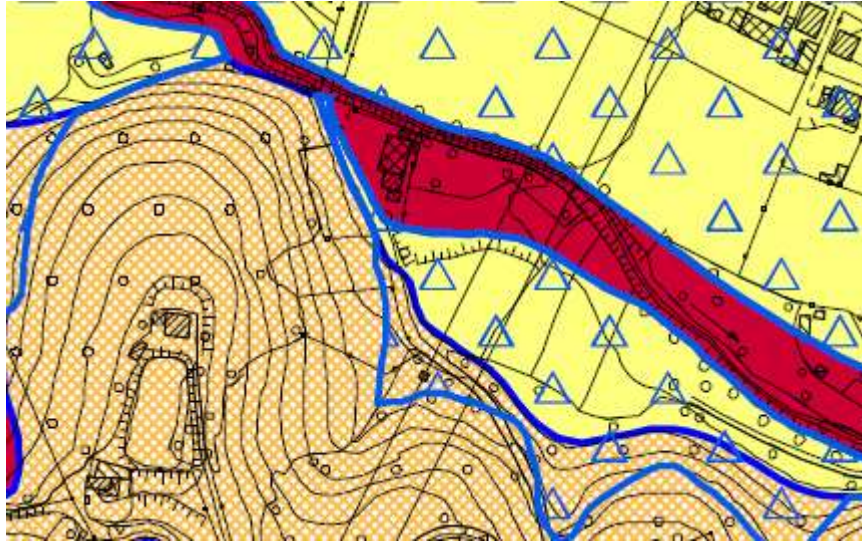


Figura 5. Carta della fattibilità geologica (Eurogeo, 2015)



Figura 6. Carta della fattibilità geologica, rev. 2021

6.0 CARTA DEI VINCOLI

Le modifiche che hanno interessato le delimitazioni delle aree PAI/PGRA, da un lato, e delle classi di fattibilità geologica, dall'altro, hanno portato ad aggiornare e adeguare alle nuove indicazioni anche la Carta dei Vincoli, nella quale trovano nuova rappresentazione tutte le aree riferite al PAI/PGRA. Sono state

Aggiornamento della componente geologica del PGT, anno 2021 – Comune di Palazzago

inserite nella carta anche le nuove aree con vincoli riferiti al reticolo idrografico minore (r.i.m.), restano invece inalterate le aree con vincoli relativi al piano cave e al geosito presenti sul territorio comunale di Palazzago.

7.0 IL RISCHIO RADON

Il gas radon, classificato come sostanza cancerogena, è causa in Lombardia di circa il 15% di tumori al polmone secondo i dati dell'Istituto Superiore della Sanità.

I radionuclidi delle famiglie radioattive naturali sono presenti nella crosta terrestre in tutte le rocce e nel suolo, in concentrazioni che dipendono dal tipo di formazione geologica, generalmente comprese fra 0,5 e 5 mg/kg. L'uranio, che genera il radio che a sua volta genera il radon attraverso il decadimento radioattivo, ha la tendenza a concentrarsi in alcuni tipi di roccia di origine vulcanica, e si trova spesso in concentrazioni elevate anche nelle rocce fosfatiche e sedimentarie.

Non tutto il radon generato dal decadimento del radio nella roccia viene rilasciato nell'ambiente ma più i grani che costituiscono la roccia sono fini, maggiore è la possibilità di rilascio. Il radon, una volta uscito dalla roccia, può essere trasportato dai fluidi contenuti nel sottosuolo anche a grande distanza dall'origine.

Quando fuoriesce dal terreno, dai materiali da costruzione e anche dall'acqua, nell'atmosfera tende a disperdersi rapidamente, mentre tende ad accumularsi negli ambienti chiusi, raggiungendo concentrazioni pericolose per la salute, se i ricambi di aria non sono adeguati.

Il radon si diffonde all'interno degli ambienti chiusi a causa della differenza di pressione fra gli edifici e il suolo: l'aria calda che sale nella casa provoca negli scantinati e nei piani inferiori una lieve depressione dando così luogo a un'aspirazione dal suolo, il cosiddetto effetto "camino". Oltre all'effetto camino, anche il vento o l'uso di dispositivi quali stufe, camini contribuiscono alla depressurizzazione dei locali e quindi all'ingresso del radon negli edifici.

Il radon può penetrare nelle abitazioni attraverso fessure e giunti di muri e pavimenti, canalizzazioni degli impianti idraulici, elettrici e di scarico.

A fini preventivi risulta quindi opportuno, o in taluni casi necessario, verificare la penetrazione e l'accumulo del gas Radon nelle abitazioni civili e nelle strutture pubbliche.

È risaputo che la presenza del gas radon è collegata a determinate formazioni geologiche quali i graniti, il porfido, la fillade quarzifera, i tufi, ecc. che contengono maggiori concentrazioni di uranio o radio. Sebbene

sia lecito immaginare che le concentrazioni di Radon siano maggiori nei materiali di origine vulcanica spesso si riscontrano elevati tenori di radionuclidi anche nelle rocce sedimentarie come marmi, marne, flysch, ..., soprattutto in presenza di fenomeni e manifestazioni carsiche. Perciò informazioni sulla geologia di una zona possono dare delle indicazioni molto utili a riguardo. Normalmente queste conformazioni sono abbastanza estese e permettono di individuare delle zone a rischio. In alcuni casi però questi minerali possono affiorare in spazi molto ristretti e causare solo in questi punti concentrazioni elevate. Attraverso larghe crepe e fenditure nel terreno le correnti d'aria possono trasportare elevate concentrazioni di radon in superficie. Il valore di radon in una casa non dipende solo dalla concentrazione di uranio/radio presenti nel terreno ma anche, in modo decisivo, da altri fattori contingenti del sito quali la permeabilità del terreno, il modo in cui è costruita la casa ecc.

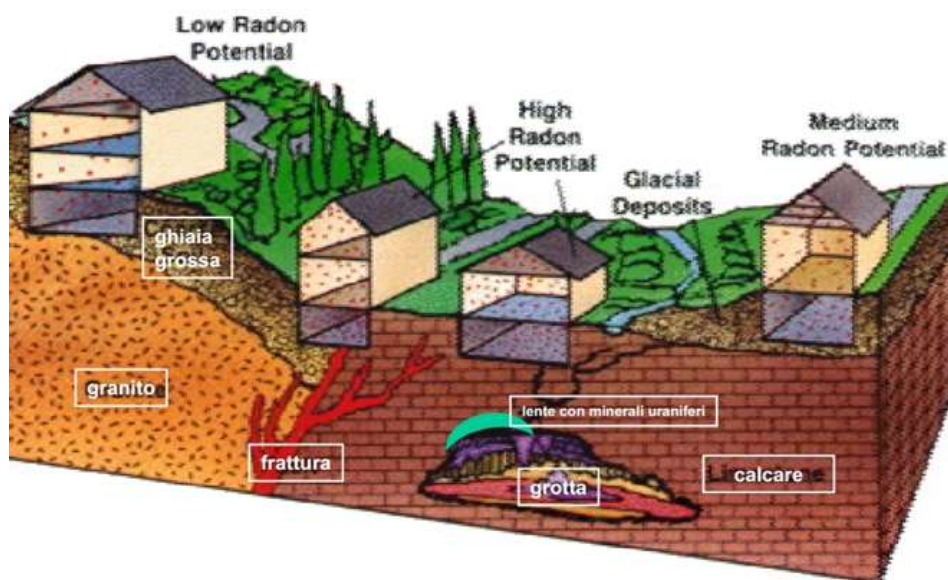


Figura 7 - Schema provenienza del gas radon da caratteristiche geologiche (da G. Zannoni, Univ. Ferrara)

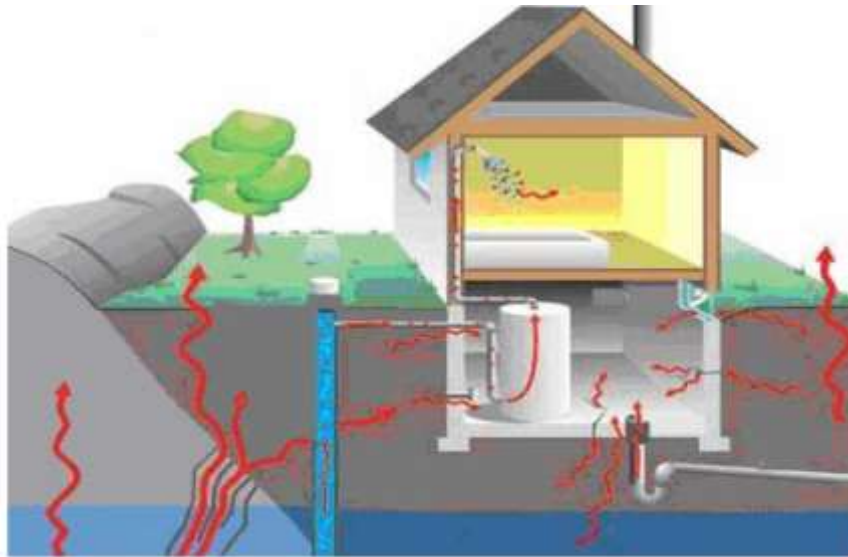


Figura 8 - Modalità di infiltrazione del gas radon in un edificio

In generale, considerando il substrato geologico, gli elementi che influenzano la concentrazione di radon nel sottosuolo e il suo rilascio all'interfaccia suolo/fondazione possono essere così riassunti:

- natura delle rocce
- composizione mineralogica
- concentrazione degli elementi precursori (U, Ra, ...)
- posizione dell'atomo ^{226}Ra rispetto al margine della granulometria
- porosità e permeabilità
- contenuto d'acqua
- presenza di fratturazione e faglie
- presenza di cavità e carsismo.

Provenendo dal sottosuolo, il radon entra poi negli edifici:

- dalle fratture delle fondamenta degli edifici
- dalle giunture e connessioni delle costruzioni
- dalle crepe dei muri
- dalle sconessioni o fratture nelle superfici di calpestio
- da rotture e infiltrazioni nelle tubature di approvvigionamento dell'acqua
- dalle cavità sotto le fondazioni
- tramite le connessioni delle reti fognarie
- tramite ogni forma di continuità dell'ambiente esterno sotterraneo con quello interno

- dai materiali da costruzione.

Caratteristiche dell'edificio che aumentano la probabilità di ingresso di radon	
Scavo di fondazione	<ul style="list-style-type: none"> - effettuato minando la roccia - in area di riempimento, su ghiaia o sabbia - in terreni di fondazione con crepe o molto permeabili, anche se al di fuori delle aree a rischio radon
Attacco a terra	<ul style="list-style-type: none"> - contatto diretto del primo solaio e/o di alcune pareti con il terreno - mancanza di vespaio areato
Superfici permeabili	<ul style="list-style-type: none"> - pavimenti naturali in terra battuta, ciotoli, ecc. - solai in legno - pareti in forati - muratura in pietrisco
Punti di infiltrazione	<ul style="list-style-type: none"> - fori di passaggio cavi e tubazioni - giunti o fessurazioni in pavimenti e pareti - pozzetti ed aperture di controllo - prese elettriche nelle pareti della cantina - camini, montacarichi, etc.
Distribuzione spazi	<ul style="list-style-type: none"> - locali interrati o seminterrati adibiti ad abitazione - presenza di scale aperte che conducono alla cantina
Fruizione	<ul style="list-style-type: none"> - nulla o scarsa ventilazione dei locali interrati - scarsa ventilazione dei locali abitati - lunga permanenza in locali interrati o seminterrati

Figura 9 - Fattori che facilitano la presenza di radon indoor (Linee guida Regione Lombardia (d.d.s. 12671 del 21.12.2011)

Il Rischio Radon è dunque in definitiva un Rischio eminentemente Geologico e le aree di rischio, per fini di pianificazione urbanistico-territoriale, dovrebbero essere perimetrare non tanto o non solo su valutazioni indoor, ma anche su indicatori geologici e **possibilmente corredate da misure di Radon nel suolo**.

Come dimostrano anche recenti studi ed esperienze della Regione Piemonte, le cui considerazioni generali possono essere utili ed estese anche al nostro caso, la grande variabilità geologica e geomorfologica dei nostri territori “può a priori suggerire che l'ipotesi di una non uniforme distribuzione territoriale dei livelli di radon sia molto credibile. Le diverse formazioni rocciose presenti, con litologie assai differenziate, e le notevoli varietà che si incontrano tra strutture abitative poste in diverse zone del territorio (...), sono tutti fattori che rendono assai probabile una distribuzione non uniforme delle concentrazioni di radon”. Sono comunque note da tempo, grazie alla attenzione al tema prestata da ARPA regionale e dalla ASL (ora ATS) locale, che alcune aree del territorio bergamasco presentano più di altre concentrazioni anomale di radon e radioattività naturale, e ciò sulla base delle sole indagini eseguite, in numero contenuto rispetto alle necessità. Infatti, lo stato delle attuali conoscenze “non consente di derivare “mappe del rischio” a partire dalla conoscenza delle caratteristiche litologiche e geologiche del territorio a prescindere da una base dati sperimentale di misure di concentrazione radon negli edifici”. Pur con tutte le attenzioni e le consapevoli limitazioni del solo approccio geologico, condividendo comunque quanto bene espresso dalla Regione Piemonte, “la necessità di possedere una mappa radon del territorio

resta comunque uno strumento necessario per attuare le corrette politiche di prevenzione e rendere più mirati ed efficaci gli interventi”, anche mediante misure e studi delle concentrazioni di radon nel suolo, per le quali esistono consolidate esperienze, necessariamente associate e confrontate con i risultati delle misure indoor, auspicabilmente estese al maggior numero possibile di abitazioni ed edifici, grazie alla sensibilizzazione degli enti pubblici territoriali.

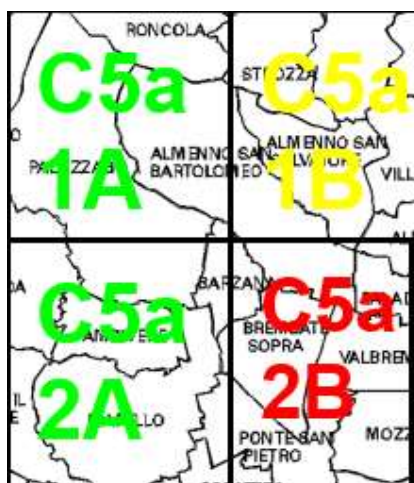
Nel caso in esame, il quadro geologico di riferimento è rappresentato dalla presenza di depositi di origine eluviale e/o alluvionale che si appoggiano e parzialmente ricoprono il substrato geologico in buona parte rappresentato da formazioni carbonatiche o triassiche e giurassiche.

In particolare, nell’ambito del territorio comunale, ai fini della definizione del “rischio radon”, il comparto territoriale di San Sosimo, per le caratteristiche geologiche, potrebbe presentare le condizioni di maggiore pericolosità, per la presenza di una maggiore estensione delle coperture alluvionali e fluvioglaciali attribuite all’ Unità di Carvico: i depositi fluvioglaciali sono caratterizzati dalla presenza di litotipi dell’Alto Lario e della Valtellina con rocce potenzialmente generatrici di radon.

In occasione di un convegno organizzato nel novembre 2012 dall'ASL (ora ATS) di Bergamo, sono stati illustrati i dati relativi alle misurazioni dell'intensità di gas radon in numerosi comuni della Provincia, determinandone preliminarmente il grado di rischio.

GRADO DI RISCHIO	COMUNE	criterio seguito se il grado di rischio è stato modificato rispetto alla maglia	assenza di misure in territorio comunale	GRADO DI RISCHIO DELLA MAGLIA di appartenenza dei punti di misura (vedi foglio "dati per Comuni")
	Palazzago			verde

Figura 10 - Radon mappatura ASL Bg_monitoraggio 2010 (Convegno 2012)



Legenda valori misurati: (AnBn assenza di misure)
 <200 Bq/mc **AnBn** rischio medio-basso
 tra 201 e 400 Bq/mc e fino a 5% oltre 400 Bq/mc **AnBn** rischio medio-alto
 >400 Bq/mc da 6% a 30% **AnBn** rischio alto
 >400 Bq/mc oltre 30% **AnBn** rischio molto alto

Figura 11 - Cartina schematica grado di rischio a livello territoriale (ASL Bg, Convegno 2012)

Il Comune di Palazzago, per il quale si dispone di poche misure, è definito, da fonti ASL (ora ATS), a **rischio medio-basso**, ma il dato è relativo al 2010 ed è evidente che per una migliore determinazione del grado di rischio sarebbero necessarie numerose altre misurazioni.

Si consideri infatti che in corrispondenza dei comuni contermini (soprattutto alla loc. S. Sosimo, es. Brembate di Sopra) in qualche caso si sono riscontrati valori anche molto elevati di concentrazione di gas radon, che potrebbero dunque caratterizzare anche – almeno in parte - il contesto territoriale di riferimento.

Codice Maglia	Riferimento CTR	Comune	valore misurato (Bq/m ³)	valore misurato (Bq/m ³)	media annua singolo punto
C5a1A	C5a1	PALAZZAGO	40,43	20,81	30,62
C5a1A	C5a1	PALAZZAGO	99,81	76,91	88,36
C5a1A	C5a1	PALAZZAGO	130,05	112,98	121,51
C5a2A	C5a2	PALAZZAGO	81,44	103,63	92,53

Figura 12 - Dati per maglia (ASL Bg, Convegno 2012)

È dunque ormai acquisita, dalle normative, dalle buone pratiche e dalla consapevolezza del rischio per la salute che può rappresentare una elevata concentrazione di gas radon, l'importanza di opportuni controlli, non solo nei locali pubblici, ma anche – come attesta anche la recente normativa in merito - nelle residenze private, della presenza di gas radon, facendo riferimento in particolare alle normative vigenti in materia e alle note ed approfondimenti tecnici specifici, di cui al seguente elenco, solo esemplificativo:

- **D. Lgs. n° 101 del 31 luglio 2020 Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.**
- Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, “Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti ...” L13 17 gennaio 2014
- Raccomandazione del Sottocomitato Scientifico del progetto CCM “Avvio del Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia”, approvata il 10 novembre 2008
- Dlgs 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i.
- Ministero della Salute, 2002 - “Piano Nazionale Radon”
- Regione Lombardia, Direzione Generale Sanità, Decreto n. 12678 del 21.12.2011, “Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor”
- raccomandazioni e circolari Regione Lombardia, ARPA Lombardia e ASL Bergamo
- APAT, 2004 - “Linee guida per le misure di radon in ambienti residenziali”
- Regione Veneto – ARPAV, 2000 - “Indagine regionale per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon nel territorio veneto”
- ARPA Piemonte - “La mappatura del radon in Piemonte”
- Castelluccio M. ed al., Università di Roma, 2012 - “La classificazione della pericolosità radon nella pianificazione territoriale finalizzata alla gestione del rischio”
- Moroni M. - Geoex sas - “Determinazione del rischio radon geologico: dalla scala regionale a quella di cantiere”

In breve, in conclusione, si ricorda che operativamente la misurazione della concentrazione del gas radon in un luogo di lavoro e/o in un'abitazione dovrebbe essere valutata su due semestri consecutivi, in modo da avere un valore rappresentativo che tenga conto della forte fluttuabilità del radon (parametri atmosferici, variabilità stagionale, condizioni del suolo, clima, ecc.), ma possono essere eseguite anche misure più brevi, purché siano riconducibili a ben definiti periodi temporali ed eventualmente i valori ottenuti possano essere ricondotti ad una stima annua. Le misure di breve durata (fino a una-due settimane) dovrebbero essere eseguite possibilmente nelle condizioni più critiche (p.es. nei mesi invernali, nei locali ai piani più bassi, con il sistema di riscaldamento in funzione, mettendo in depressione la stanza, Aggiornamento della componente geologica del PGT, anno 2021 – Comune di Palazzago

...), favorevoli all'ingresso del radon, sia relativamente alle caratteristiche dell'edificio e alla disposizione degli ambienti più a “rischio”, sia relativamente alle condizioni climatiche, per cui debbono essere preferite le stagioni fredde (dall'autunno alla primavera), in cui le abitazioni sono meno arieggiate e il riscaldamento è acceso (v. APAT, “Linee guida ...”).

Relativamente al **quadro normativo**, si segnala che la citata Direttiva EU 2013/59/Euratom è stata ufficialmente recepita nell’ordinamento nazionale con il Decreto legislativo n. 101 del 31 luglio 2020 con il quale, tra l’altro, si definiscono all’art. 12 i livelli massimi di riferimento per le abitazioni e i luoghi di lavoro, situati “a pianterreno o a un livello semi sotterraneo o sotterraneo”: **300 Bq/mc per le abitazioni esistenti, 200 Bq/mc per le abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024, 300 Bq/mc per i luoghi di lavoro**; viene confermata l’indicazione della Direttiva Europea relativa agli “elementi da prendere in considerazione per il Piano nazionale d’azione per il radon concernente i rischi a lungo termine” elencati nell’Allegato III dello schema, dove, al punto 1, si indica la necessità di stabilire una “strategia per l’esecuzione di indagini sulle concentrazioni di radon in ambienti chiusi o concentrazioni di gas radon nel suolo al fine di stimare la distribuzione delle concentrazioni di radon in ambienti chiusi, per la gestione dei dati di misurazione e per la determinazione di altri parametri pertinenti (quali suolo e tipi di roccia, ...)”.

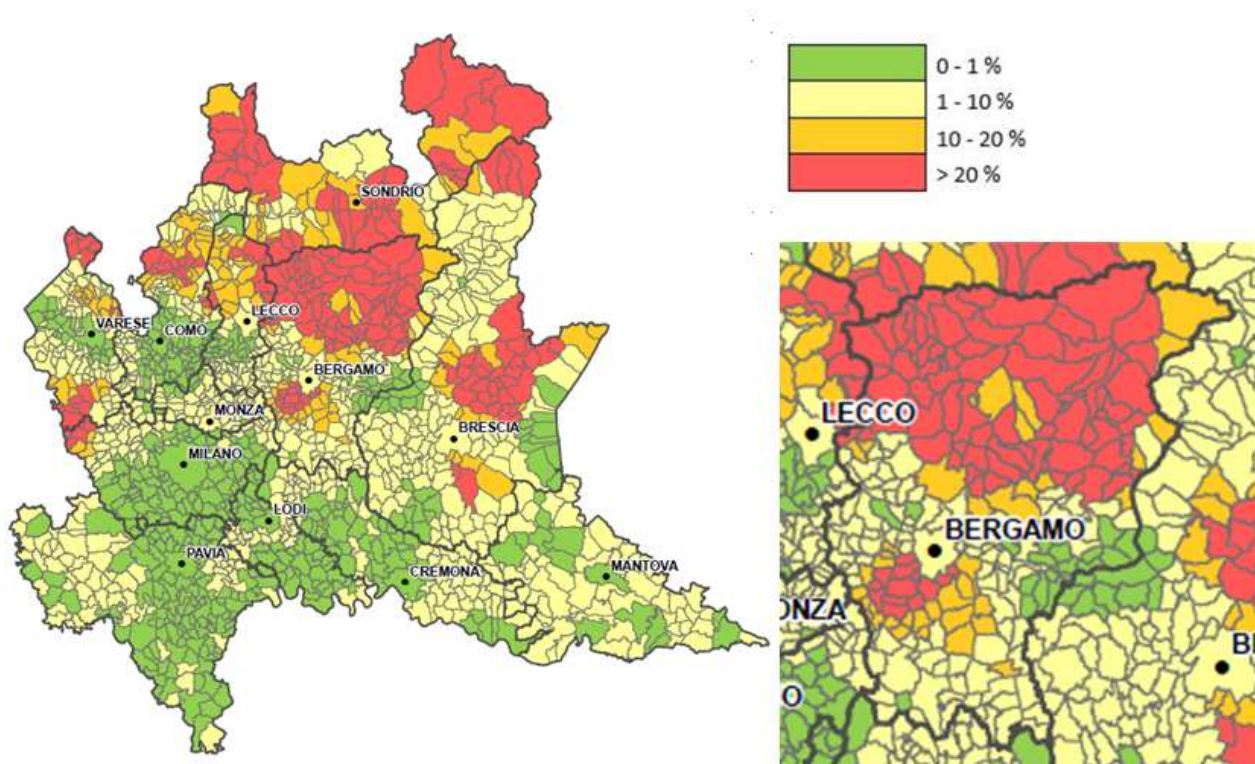


Figura 13 – Probabilità di superamento delle concentrazioni di gas radon pari a 200 bq/m3 in Lombardia e in Provincia di Bergamo (fonte: ARPA Lombardia)

8.0 CONCLUSIONI

Il presente studio costituisce l'aggiornamento dello studio geologico per il territorio di comunale di Palazzago, **resosi opportuno in occasione di una variante urbanistica del PGT** e per il recepimento delle indicazioni contenute nella c.d. "Direttiva Alluvioni" (di cui alla d.g.r. 6738 del 19/6/2017), nonché per l'approfondimento di alcune limitate e localizzate situazioni in corrispondenza delle quali nel corso del tempo sono state riscontrate o segnalate situazioni di criticità, ritenendo giustificata la locale ridelimitazione delle classi di fattibilità geologica.

Il lavoro contemplato, oltre al citato "Studio idrogeologico e progettazione preliminare a scala di sottobacino idrografico dei torrenti Lesina, Bregogna e affluenti" (a cura di Studio Taccolini Ingegneri Associati, settembre 2010), approvato nella metodologia e nei contenuti da Regione Lombardia che ne ha indicato esplicitamente il recepimento e di conseguenza l'adeguamento della componente geologica comunale, ha previsto inoltre l'esame della documentazione esistente, la ricognizione storica sugli eventi di criticità idrogeologica, la valutazione delle condizioni attuali di rischio in alcuni comparti del territorio comunale e l'effettuazione di puntuali rilievi di dettaglio nelle situazioni per le quali si è ritenuto di valutare l'eventualità di una ripermetrazione delle classi di fattibilità geologica.

Grassobbio, 17 giugno 2021

Dott. Geol. Fabio Plebani
Iscriz. Ord. Geologi della Lombardia n. 884

Dott. Geol. Andrea Gritti
Iscriz. Ord. Geologi della Lombardia n. 1461