



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

**COMMITTENTE:
COMUNE DI VALBREMBO**

A - RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI AGGIORNAMENTO



Gennaio 2024

dott. geol. Alessandro Chiodelli



INDICE

1. PREMESSA	3
2. PRINCIPALI DISPOSIZIONI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. STRUTTURA GENERALE DEL PIANO AGGIORNATO	6
3.1. FONTI D'INFORMAZIONE E BASI DI LAVORO	6
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	16
4.4. AGGIORNAMENTO DEL MOSAICO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	16
4.5. AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA	17
4.6. RILIEVI DI TERRENO	17
4.7. SINTESI DEI DATI IDRAULICI MAGGIORMENTE RILEVANTI.....	23
5. COMPONENTE SISMICA	42
5.1. ANALISI SISMICA DI 1° LIVELLO	43
5.2. ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO	44
6. NORME GEOLOGICHE DI PIANO	46



1. PREMESSA

Con determinazione del settore tecnico n. 138 del 14-12-2020, il Comune di Valbrembo ha conferito allo scrivente l'incarico di aggiornare la componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio comunale.

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

Si precisa che lo studio geologico comunale vigente è stato redatto dallo studio G.E.A. snc di Ranica (Bg) nel dicembre 2015, e comprende anche le tavole tematiche di base.

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.

Si precisa che l'aggiornamento proposto recepisce le perimetrazioni sovracomunali del P.G.R.A., attraverso la nuova Carta P.A.I. – P.G.R.A. espressamente prevista dalla normativa.

L'attuale aggiornamento, che ha riguardato l'intero territorio comunale, ha altresì implementato un perfezionamento dell'analisi sismica, le cartografie di analisi/valutazione e di proposta, oltre che le Norme Geologiche di Piano allegate alla presente relazione. Inoltre, sono stati eseguiti numerosi rilievi puntuali insieme ai tecnici dell'Amministrazione Comunale, per appurare tutta una serie di situazioni di criticità idraulica e di dissesto intercorsi tra il 2015 ed oggi.

Le modifiche allo studio geologico riguardano dunque i seguenti elaborati:

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



2. PRINCIPALI DISPOSIZIONI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

ORDINANZE

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

NORMATIVA REGIONALE

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

STUDI

- Studio idraulico del reticolo idrico minore della Piana di Valbrembo nell’ambito del progetto comunitario The PATTERN, Ydros Ingegneria Studio Associato 2004
- Valutazione del rischio idraulico Torrente Quisa, Progea 2008
- Programma Integrato di Intervento Bottonificio Fenili in Via Patrioti – Relazione idraulica, Ing. Pier Giuseppe Fenaroli 2009
- Studio geologico comunale, Studio G.E.A. 2015
- 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



- Osservazione della Variante alla Componente Geologica del P.G.T. – Sig. Rapizza Pierino, Dott. Geol. Enrico Mosconi 2016
- Ridefinizione fascia di rispetto pozzo Hidrogest, Ecogeo 2017
- Studio idrogeologico, idraulico e ambientale a scala di sottobacino idrografico del T. 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 di fattibilità tecnico-economica per interventi di sistemazione idraulica, riqualificazione ambientale e manutenzione fluviale lungo il Torrente Quisa, Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e Ing. Giovan Battista Scolari 2019
- Segnalazione a UTR di interventi sul Torrente Quisa e sul Fiume Brembo, Comune di Valbrembo 2023
- Segnalazione gruppo comunale di protezione civile, ottobre 2020
- Documento di consiglio, maggio 2023



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, oltre a quelli già citati nel Capitolo 2:

- Documento di Polizia Idraulica vigente
- Base aerofotogrammetrica comunale
- Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG
- Carta Geologica della Provincia di Bergamo – 2001
- Repertorio cartografico di Regione Lombardia
- SITER della Provincia di Bergamo
- Inventario dei Fenomeni Franosi (GeoIFFI)
- Catalogo ISPRA delle Faglie Capaci
- Censimento nazionale ISPRA dei sinkhole

3.2. STRUTTURA DELLO STUDIO

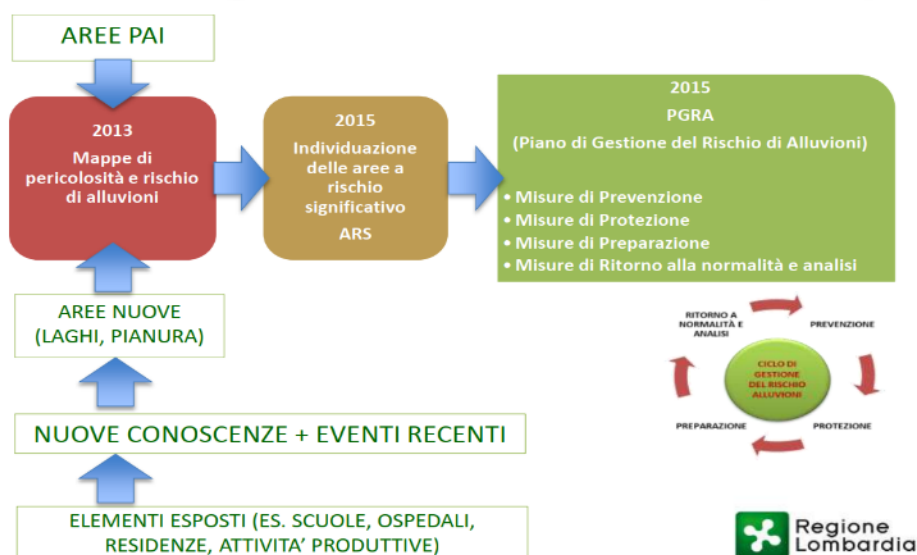
Di seguito si sintetizza la struttura generale dello studio geologico aggiornato:

- La **Carta P.A.I. – P.G.R.A.** contiene una rappresentazione dei dissesti presenti sul territorio comunale, derivanti da:
 - Quadro del Dissesto P.A.I. già vigente;
 - perimetrazioni esondative del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni vigente;

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

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

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA)



- La **Carta della Pericolosità Sismica Locale** contiene gli scenari di pericolosità sismica locale individuati, così definiti:
 - Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi (effetto sismico di instabilità);
 - Z1b: zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti (effetto sismico di instabilità);
 - Z1c: zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetto sismico di instabilità);
 - Z2a: zone soggette all'effetto sismico di cedimento;
 - Z2b: zone soggette all'effetto sismico di liquefazione;
 - Z2c: zone soggette a subsidenza, sinkhole o occhi pollini;
 - Z3a: zone di ciglio con $H > 10$ m (effetto sismico di amplificazione topografica);
 - Z3b: zone di cresta o cocuzzolo (effetto sismico di amplificazione topografica);
 - Z4a: zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (effetto sismico di amplificazione litologica);
 - Z5: zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.
- La **Carta dei Vincoli** contiene una rappresentazione dei vincoli geologici vigenti, ed in particolare:
 - il vincolo di polizia idraulica (fasce di rispetto del Reticolo Idrico Principale e Minore);
 - le aree di salvaguardia delle captazioni pubbliche idropotabili, suddivise in aree di tutela assoluta e aree di rispetto ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006;
 - le aree di dissesto P.A.I. e di esondazione P.G.R.A. così come già riportate nella Carta P.A.I. – P.G.R.A.;



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

- La **Carta di Sintesi** contiene una rappresentazione di tutti gli ambiti critici presenti sul territorio comunale, ed è stata aggiornata rispetto alla corrispondente cartografia vigente, anche in termini di filosofia di lettura del territorio; di fatto le perimetrazioni si riflettono sul mosaico della fattibilità; nel comune, in particolare, sono state identificate le seguenti tipologie di criticità geologica:
 - AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI
 - Aree ad acclività elevata o poste nelle vicinanze di scarpate e pendii
 - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO
 - Aree ricadenti nella Fascia Fluviale A - RP/H
 - Aree ricadenti nella Fascia Fluviale B - RP/H
 - Aree ricadenti nella Fascia Fluviale C - RP/H
 - Aree a pericolosità molto elevata di esondazione – RSCM/H
 - Aree a pericolosità elevata di esondazione – RSCM/M
 - Aree a pericolosità media o moderata di esondazione – RSCM/L
 - Aree di conoide completamente protetta o non recentemente attivatasi - Cn
 - AREE CON PROBLEMATICHE GEOTECNICHE
 - Aree di riporto e/o colmate
 - Aree con caratteristiche geotecniche scadenti dei depositi superficiali
 - Aree con drenaggio difficoltoso delle acque superficiali
 - CRITICITÀ IDRAULICHE PUNTUALI
 - Punti di criticità idraulica segnalati e/o storicamente noti lungo il reticolo idrico
- 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 4fluvA – aree in Fascia Fluviale A



- Sottoclasse 4fluvB – aree in Fascia Fluviale B
- Sottoclasse 4Ee – aree a pericolosità molto elevata di esondazione “Ee”
- Sottoclasse 4Eb – aree a pericolosità elevata di esondazione “Eb”
- in classe di fattibilità 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) ricadono i seguenti ambiti:
 - Sottoclasse 3Cn – aree di conoide completamente protetta o non recentemente attivatasi “Cn”
 - Sottoclasse 3sg – aree con caratteristiche geotecniche scadenti dei depositi superficiali
 - Sottoclasse 3rp – aree di riporto e/o colmate
 - Sottoclasse 3as – aree ad acclività elevata o poste nelle vicinanze di scarpate e pendii
 - Sottoclasse 3dr1 – aree interessate da allagamenti storici dovuti a difficoltà di drenaggio delle acque
 - Sottoclasse 3dr2 – aree potenzialmente interessate da difficoltà di drenaggio delle acque
- in classe di fattibilità 2 (fattibilità con modeste limitazioni) ricadono tutte le porzioni di territorio non interessate da fenomeni critici particolari (ovvero le aree bianche nella Carta di Sintesi).
- La **Relazione Generale** costituisce il presente documento; non deve essere intesa come una descrizione geologica del territorio, peraltro già ben espressa nelle precedenti versioni dello studio geologico comunale, bensì come un documento di aggiornamento che descrive la struttura del piano e le modifiche/integrazioni derivanti dalle nuove conoscenze acquisite negli ultimi anni.
- Le **Norme Geologiche di Piano**, una volta concluso l’iter di approvazione e pubblicazione del presente aggiornamento, sostituiscono integralmente le equivalenti norme sino ad ora vigenti.



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

ELABORATO	PROVENIENZA
Tavola 1 - Corografia	Studio G.E.A., 12/2015
Tavola 2 – Carta Litologica	Studio G.E.A., 12/2015
Tavola 3 – Carta Geomorfologica	Studio G.E.A., 12/2015
Tavola 4 – Carta Pedologica	Studio G.E.A., 12/2015
Tavola 5 – Carta Idrogeologica	Studio G.E.A., 12/2015
Relazione tecnica	Studio G.E.A., 12/2016
Norme tecniche	Studio G.E.A., 12/2016
A – Relazione Generale della Componente Geologica	A. Chiodelli, 01/2024
B – Norme Geologiche di Piano	A. Chiodelli, 01/2024
Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale	A. Chiodelli, 01/2024
Tavola 2 – Carta dei Vincoli Geologici	A. Chiodelli, 01/2024
Tavola 3 – Carta di Sintesi	A. Chiodelli, 01/2024
Tavola 4 – Carta P.A.I. – P.G.R.A.	A. Chiodelli, 01/2024
Tavola 5 – Carta di Fattibilità Geologica	A. Chiodelli, 01/2024

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 essenzialmente a seguito dell'introduzione di aree esondative lungo il Torrente Quisa, peraltro in diretta corrispondenza con il P.G.R.A., ambito RSCM. Le nuove aree di dissesto torrentizio derivano dunque dagli studi idraulici che si sono susseguiti lungo il Quisa, a scala di sottobacino; l'ultimo di essi, in ordine cronologico e con la definizione delle aree esondative, è quello redatto dallo Studio Telò e dall'Ing. Murachelli nel 2016, studio che ha aggiornato il P.G.R.A. Si riporta stralcio della tavola delle aree esondative, dove sono indicate in verde le aree esondative storiche relative all'evento del 25 giugno 2014, di cui lo studio ha tenuto conto.

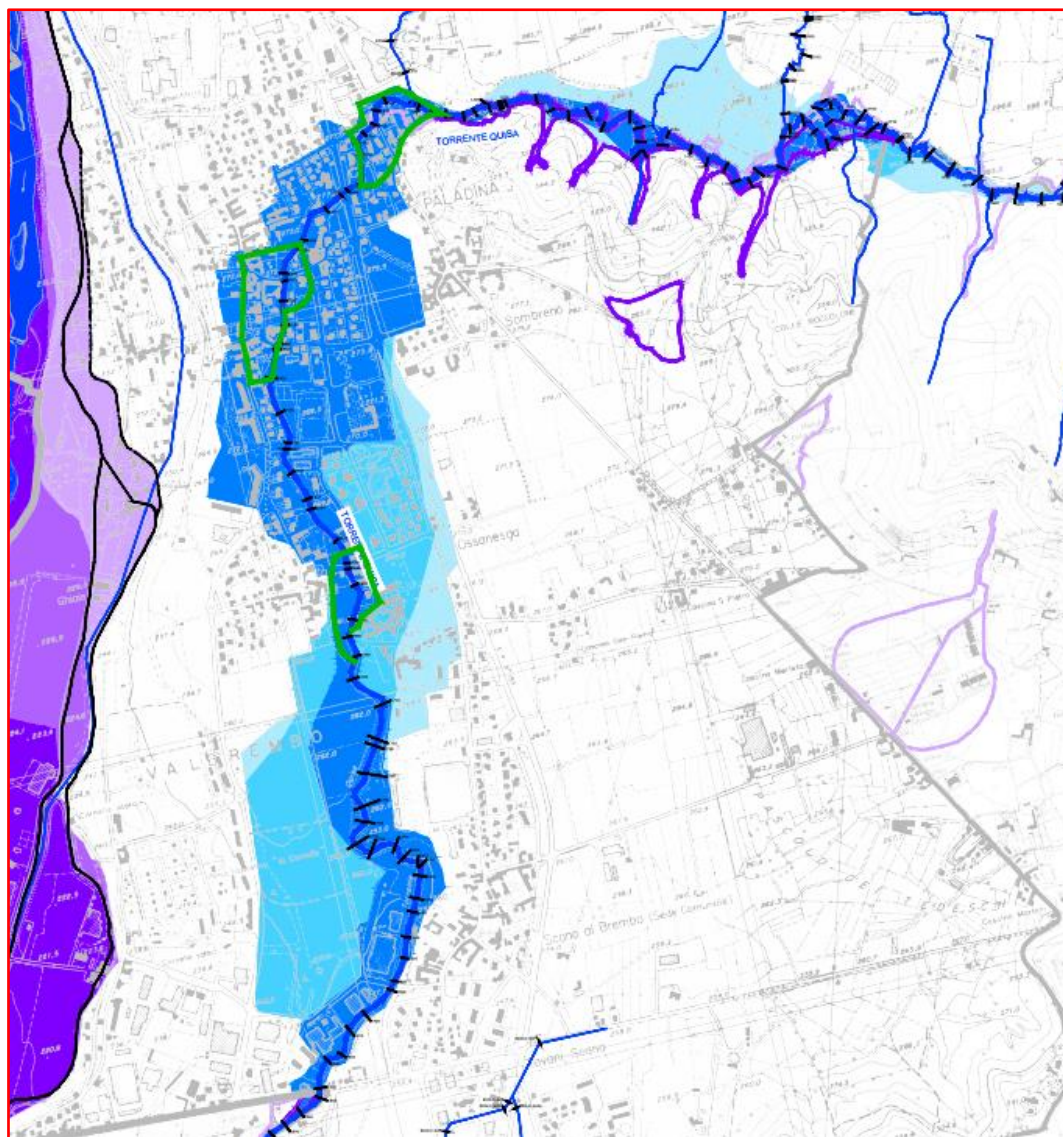


FIGURA 1 – STRALCIO DELLA TAVOLA DELLE AREE ESONDATIVE TRATTA DALLO STUDIO IDRAULICO DEL QUISA DEL 2016



Trattandosi di aree esondative che afferiscono al Reticolo Secondario Collinare e Montano, ad esse sono state associate sia le corrispondenti zone di pericolosità del P.G.R.A. H-M-L (per le quali si rimanda al capitolo successivo), sia gli ambiti di dissesto torrentizio del P.A.I. art. 9:

- Aree a pericolosità molto elevata “Ee” per gli scenari di pericolosità frequente (H)
- Aree a pericolosità elevata “Eb” per gli scenari di pericolosità poco frequente (M)
- Aree a pericolosità media o moderata “Em” per gli scenari di pericolosità rara (L)

Tali ambiti aggiornano il Quadro del Dissesto P.A.I. che, in precedenza, era completamente vuoto ad eccezione di una piccolissima perimetrazione di conoide “Cn” posta lungo il confine est con Bergamo. Le aree esondative lungo il Torrente Quisa, infatti, nello studio geologico precedente erano state perimetrare a livello di fattibilità geologica, ma non di P.A.I., né tanto meno di P.G.R.A.

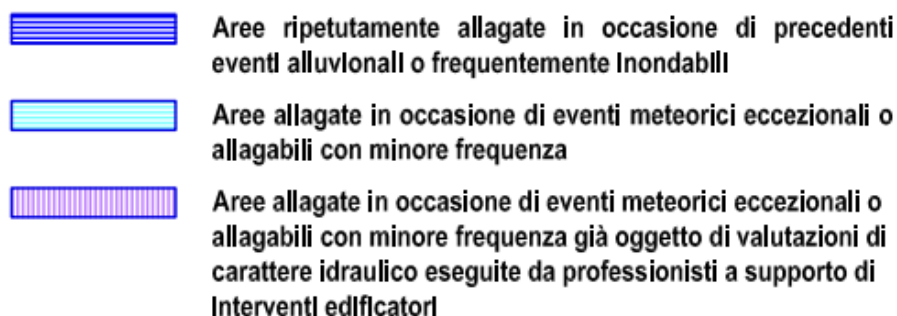


FIGURA 2 - SCHEMA DI PERIMETRAZIONE DELLE AREE ESONDATIVE LUNGO IL TORRENTE QUISA NELLO STUDIO GEOLOGICO PREVIGENTE

Per quanto concerne invece le Fasce Fluviali di cui all’Elaborato 8 del P.A.I. relative al Fiume Brembo, queste sono state mantenute inalterate. Ovviamente, ad esse si aggiungono ora gli scenari del P.G.R.A. relativi all’ambito del Reticolo Principale (RP - H, M ed L) (cfr. capitolo successivo).

Infine, non vi sono da segnalare ulteriori ambiti P.A.I. quali frane, valanghe o conoidi attive. Resta inalterato l’ambito di conoide completamente protetto (Cn) posto all’estremità orientale del territorio (Madonna della Castagna), peraltro di dimensioni estremamente ridotte, ai limiti della cartografabilità; trattasi di una conoide insistente sul territorio di Bergamo che interseca limitatamente il comune di Valbrembo.



4.2. INTRODUZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. 19.VI.2017 - n. X/6738 – *Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po*, è stata regolamentata l'attuazione del P.G.R.A. nel settore urbanistico, incluso il rapporto con la componente geologica del P.G.T. Di conseguenza il presente studio comprende la Carta P.A.I. – P.G.R.A., che sostituisce la vecchia Carta del Dissesto P.A.I. (Tav. 7 - Studio G.E.A., 12/2015) e comprende sia le perimetrazioni P.A.I. che i nuovi perimetri della Direttiva Alluvioni, aggiornamento 2022.

Nel caso di specie, le perimetrazioni P.G.R.A. coincidono con quelle esondative del P.A.I. sul Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) (ovvero le aree "Ee", "Eb", "Em" e "Cn"), mentre si sommano a quelle delle Fasce Fluviali del P.A.I. sul Reticolo Principale (Fiume Brembo).

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

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

- Ambito RP – Reticolo Principale, si riferisce ai fiumi maggiori (la dicitura "Principale" non deve essere erroneamente associata al concetto di "reticolo principale" inteso in termini di polizia idraulica), ed è associabile alle classiche Fasce Fluviali del P.A.I. (sebbene vi siano alcune differenze e non sempre vi sia sovrapposibilità)
- 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)

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

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

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

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

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



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

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

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

In sostanza, per il Comune di Valbrembo, sono stati introdotti ambiti RSCM/H, RP/H, RSCM/M e RP/M (corrispondenti agli ambiti "Ee" ed "Eb" del P.A.I. e agli scenari H e M del Brembo) come da § 4.1, ai quali corrisponde la classe di fattibilità 4, ambiti RSCM/L (corrispondenti agli ambiti "Em" e "Cn" del P.A.I. e agli scenari L del Brembo), ai quali corrisponde invece la classe di fattibilità 3. In assenza di approfondimenti idraulici R4 (per i quali occorrerebbero i valori di tiranti e velocità che, tuttavia, al momento non sono disponibili negli studi idraulici di riferimento per il Quisa e per il Brembo), si è scelto di attribuire cautelativamente la classe di fattibilità 4 agli scenari RSCM/M e RP/M.



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.;
- alla modifica dell'area di rispetto di un pozzo Hidrogest.

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

Per quanto concerne il pozzo Hidrogest, si è fatto riferimento alla relazione idrogeologica di ridefinizione dell'area di rispetto redatta da Ecogeo. Il pozzo in questione è collocato all'estremità sud-ovest del territorio.

Nella Carta dei Vincoli sono inoltre state aggiunte le aree di tutela idrogeologica appartenenti all'Idrostruttura Sotterranea, così come individuate dal P.T.U.A. vigente.

4.4. AGGIORNAMENTO DEL MOSAICO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

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

In sintesi:

- sono state introdotte le variazioni di classe conseguenti alle modifiche al quadro dissesti P.A.I. ed agli ambiti esondativi P.G.R.A.; ciò si è in pratica tradotto nell'introduzione delle seguenti sottoclassi:
 - 4 Ee per gli ambiti a pericolosità di esondazione molto elevata
 - 4 Eb per gli ambiti a pericolosità di esondazione elevata
 - 4 fluvA per gli ambiti H e la Fascia Fluviale A del Brembo
 - 4 fluvB per gli ambiti M e la Fascia Fluviale B del Brembo
 - 3 Em per gli ambiti a pericolosità di esondazione media o moderata
 - 3 Cn per le conoidi completamente protette
- sono state stralciate le classi 4es₁ e 3es₂ legate al Quisa, essendo state sostituite dalle corrispondenti classi 4 Ee, 4 Eb e 3 Em
- è stata ridefinita meglio la classe 3 dr, sulla scorta degli studi idraulici sulla Piana di Valbrembo che è stato possibile consultare, oltre che dei sopralluoghi eseguiti in sito.

4.5. AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE SISMICA

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

4.6. RILIEVI DI TERRENO

Sono stati effettuati dei rilevamenti di terreno, volti soprattutto ad appurare situazioni puntuali connesse a criticità di ordine idraulico. Di seguito si evidenziano alcuni dei punti più rilevanti in tal senso.

1. TORRENTE QUISA IN VIA ITALIA. In questo tratto, la Quisa affianca delle aree industriali (in sponda destra) che, secondo il P.G.R.A., risultano in scenario frequente di esondazione (H).



FIGURA 3 – TORRENTE QUISA IN VIA ITALIA

2. PIANE DEL QUISA A NORD DI VIA ITALIA. Le vaste pianie del Torrente Quisa in sponda destra, a nord di Via Italia e ad est di Corso Europa Unita, sono allagabili secondo il P.G.R.A., con scenario poco frequente (M), frequente (H) e raro (L).



FIGURA 4 – PIANE DEL TORRENTE QUISA TRA VIA ITALIA E CORSO EUROPA UNITA, SOGGETTE A SCENARI RSCM

3. EROSIONI LUNGO IL TORRENTE QUISA NELLA ZONA DEL PARCO DEI CANI. Il tratto di Quisa posto in corrispondenza del Parco dei Cani è caratterizzato da un andamento blandamente meandriforme; la piana più bassa risulta completamente allagabile con scenario frequente (H) secondo il P.G.R.A.. Si riscontrano inoltre frequenti erosioni spondali di notevole sviluppo longitudinale. In questa stessa zona è presente un bacino di laminazione connesso ai soprastanti insediamenti produttivi.



FIGURA 5 – EROSIONI SPONDALI LUNGO IL TORRENTE QUISA



FIGURA 6 – ZONA DELLE EROSIONI SPONDALI E DEL BACINO DI LAMINAZIONE

4. TORRENTE QUISA IN OSSANESGA. Procedendo verso nord, la Quisa attraversa il centro abitato di Ossanesga con ulteriori ampie aree esondative. Qui il torrente risulta maggiormente costretto nel tessuto insediativo, riducendo la propria sezione.

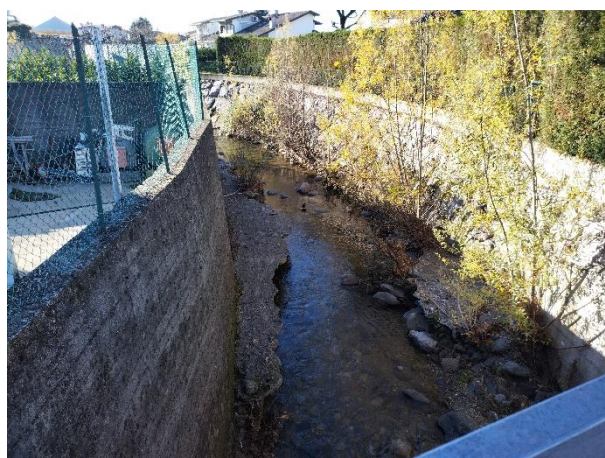


FIGURE 7 – IL TORRENTE QUISA IN OSSANESGA

5. **PIANE ALLUVIONALI DEL BREMBO.** Le pianie del Brembo sono caratterizzate dalla presenza di elementi distintivi quali l'aeroporto e il Canale "ex Legler". Le pianie risultano in larghissima misura esondabili dal Brembo con scenari da H a L.



FIGURE 8 – LE PIANE DEL BREMBO IN SPONDA IDROGRAFICA SINISTRA

6. LA PIANA ORIENTALE DI VALBREMBO. Uno dei comparti territoriali maggiormente significativi è quello della piana orientale di Valbrembo, a confine con Paladina, Bergamo e Mozzo. La piana è caratterizzata da un reticolo idrografico fitto e problematico, con numerose aree di drenaggio difficoltoso delle acque, ed è stata oggetto di diversi studi idraulici.

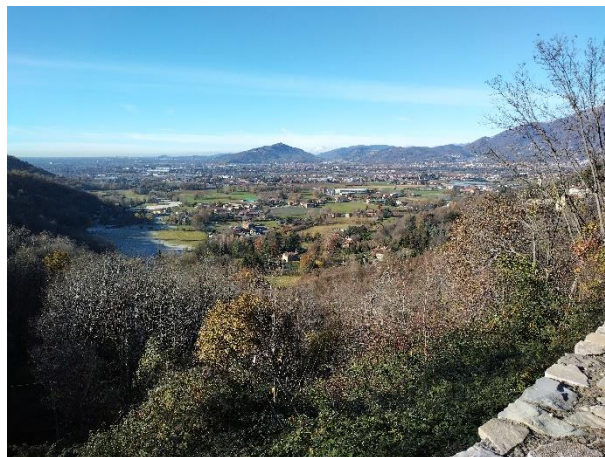


FIGURA 9 – LA PIANA ORIENTALE DI VALBREMBO

4.7. SINTESI DEI DATI IDRAULICI MAGGIORMENTE RILEVANTI

Lo studio che ha determinato l'aggiornamento del P.G.R.A. sul Torrente Quisa è quello di sottobacino dello Studio Telò – Ing. Murachelli, comprensivo di modellazione idraulica. La planimetria delle aree esondative, già indicata in precedenza e di seguito riproposta in maggior dettaglio, è quella da cui sono stati tratti gli scenari esondativi del P.G.R.A.

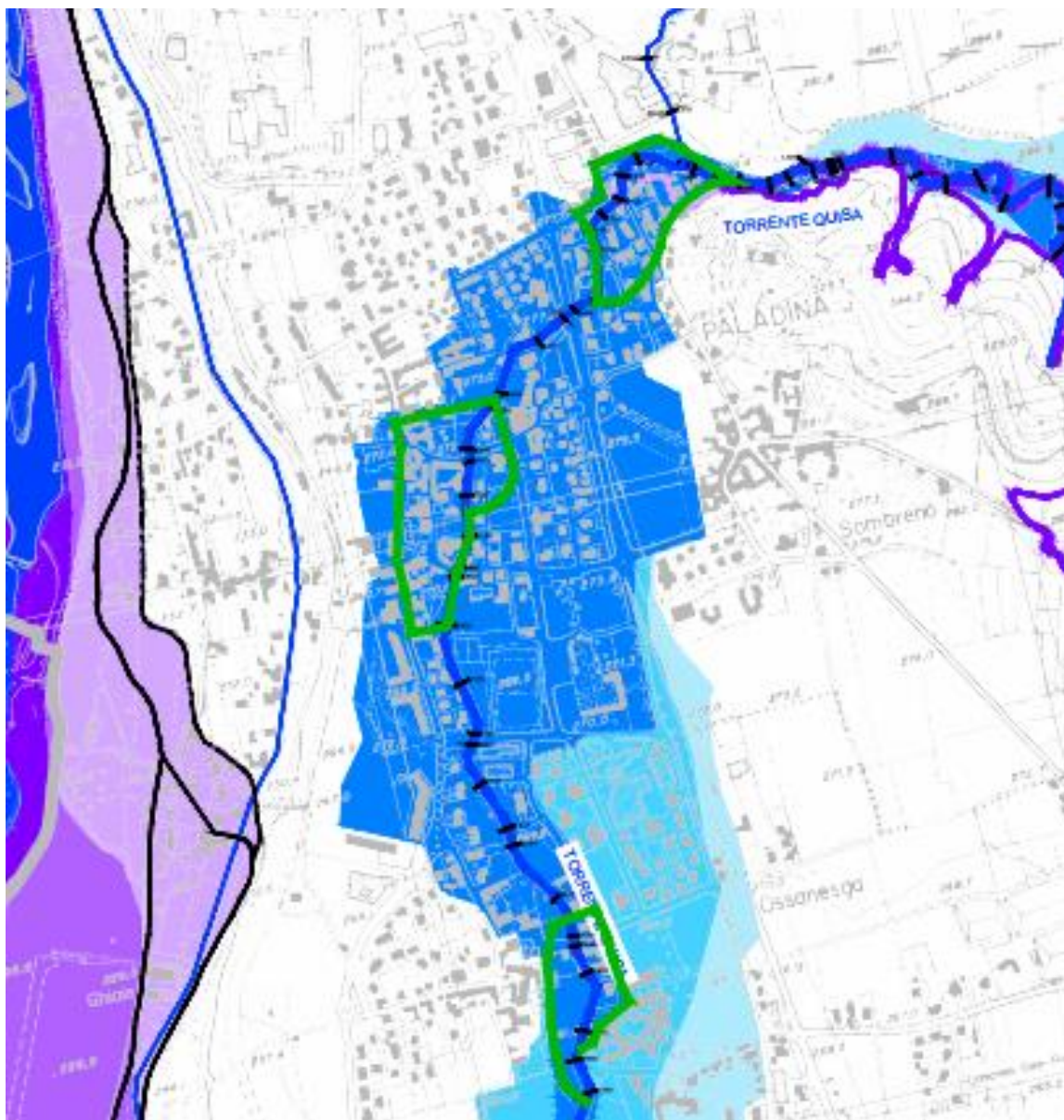


FIGURA 10 - STRALCIO DELLA TAVOLA DELLE AREE ESONDATIVE TRATTA DALLO STUDIO IDRAULICO DEL QUISA DEL 2016 (DETTAGLIO)

Essendo stato redatto a scala di sottobacino e approvato da Regione Lombardia, questo studio “supera” gli approfondimenti idraulici precedenti, ad esempio quello di Progea Consulting del 2008. Tuttavia sono comunque interessanti i dati storici indicati contenuti in tali studi:

“La zona di Ossanesga e più in generale di Valbrembo è stata interessata in passato da esondazioni nello specifico nel 1992 e nel 2005. Questi eventi sono documentati nello studio idraulico della Progea Consulting srl ed Idrosphera (Dott. Ing. Bellini, Dott. Geol. Iarabek e Dott. Ceresoli - 2008) “valutazione del rischio idraulico del Torrente Quisa”. In particolare eloquenti sono le immagini riportate nell'allegato 1 – documentazione fotografica del suddetto studio relative all'alluvione del 1992 che ha interessato in particolare Piazza della Vittoria e via Albina con lame idriche fino ad un metro circa. A tal proposito è importante sottolineare come verso valle, in sponda idrografica sinistra, gli allagamenti siano giunti fino all'altezza delle sezioni 28-29, ove l'acqua è poi rientrata in alveo (come specificato dallo studio Progea nella foto 5-fig.12 ed in tavola 2).”

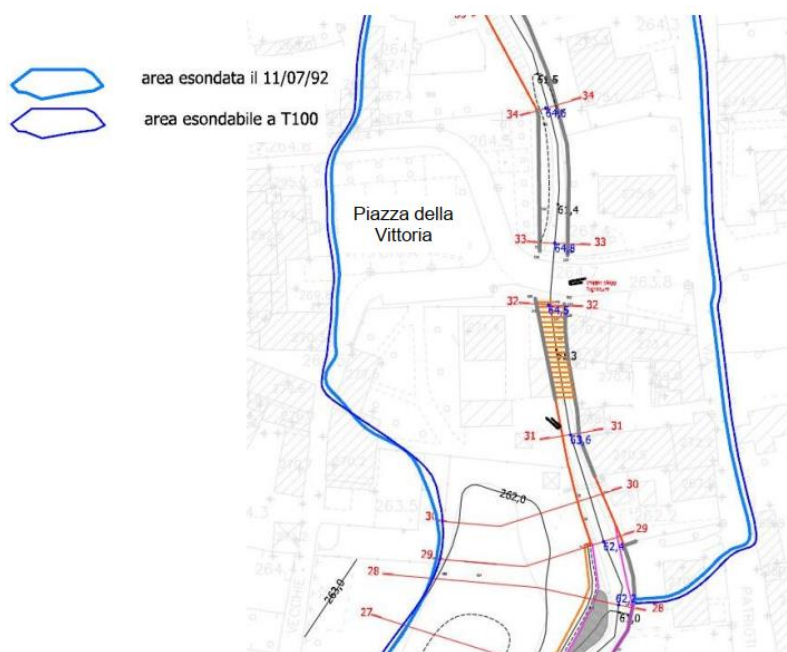


fig. 11 – stralcio dell'elaborato n.2 (tratto di monte): planimetria di individuazione delle aree allagabili dello studio idraulico Progea Consulting srl ed Idrosphera, 2008



Foto 5
Vista dall'area golenale in dx.
Si noti il rientro in alveo
dell'acqua in sponda sx; si è
alla altezza della sezione 29
del rilievo topografico.

fig. 12 – allegato 1 dello studio idraulico Progea Consulting srl ed Idrosphera (foto 5)

[...]

“Nel 2005 si è verificato un secondo evento alluvionale in epoca recente con effetti minori rispetto al 1992 (anche per effetto di alcune opere di arginatura realizzate). La piena del 2005 al ponte di via Albina è stata stimata in circa 40 m³/s, come già valutato da Ydros, e riportato nello studio idraulico Progea – Ecosphera. Gli allagamenti si sono verificati in sponda idrografica destra, opposta alla proprietà Rapizza, prima degli interventi successivi di arginatura ed allargamento dell'alveo; tale sponda, posta a quota inferiore rispetto a quella sinistra, costituiva l'ambito golenale, come indicato nell'allegato 1 – documentazione fotografica dello studio Progea di seguito riportata. Si segnala come l'assetto morfologico pregresso sia stato recentemente modificato per innalzamento della sponda idrografica destra.”

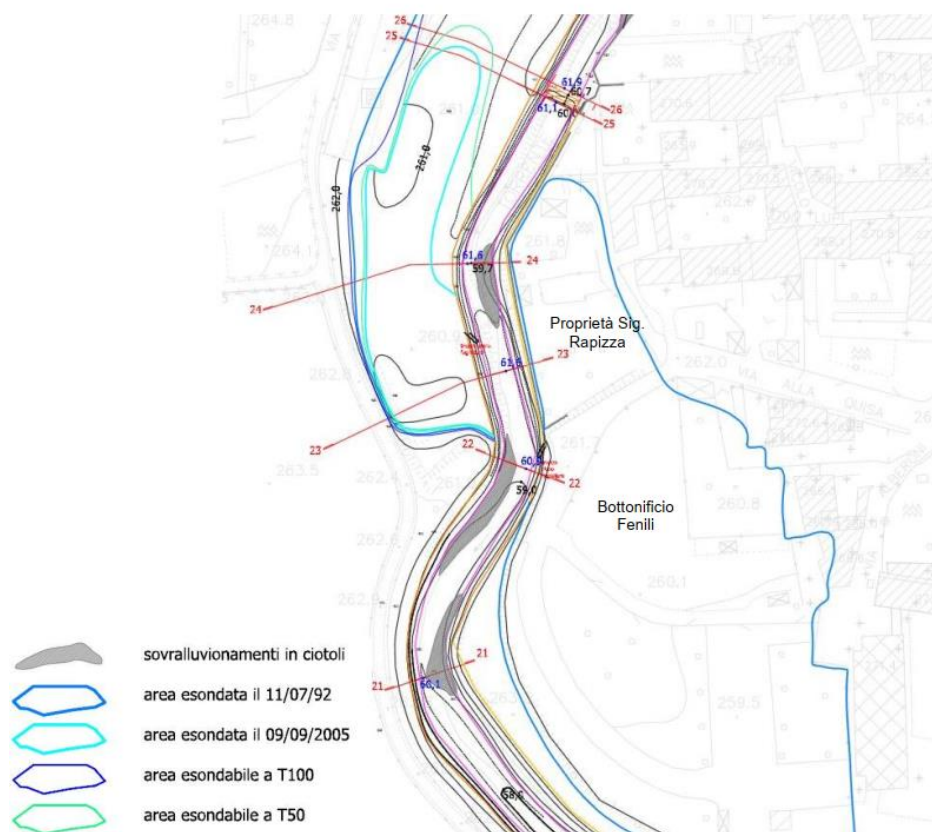


fig. 13 – stralcio dell'elaborato n.2 (tratto di valle): planimetria di individuazione delle aree allagabili dello studio idraulico Progea Consulting srl ed Idrosphera, 2008

[...]



Foto 13
Dalla barriera della pista
ciclabile in dx all'altezza
della sezione 23.
Il livello idrico è a circa
261,3 mslm.

fig. 14 – allegato 1 dello studio idraulico Progea Consulting srl ed Idrosphera (foto 13)



Foto 15
Dal parcheggio in dx verso
la sponda sx a valle.

fig. 15 – allegato 1 dello studio idraulico Progea Consulting srl ed Idrosphera (foto 15)



Foto 12
Verso monte dalla sponda
sx tra le sezioni 22 e 23.

fig. 16 – allegato 1 dello studio idraulico Progea Consulting srl ed Idrosphera (foto 12)



Inoltre, lo studio di Progea Consulting evidenziava già una serie di problematiche idrauliche lungo la Quisa, ben riassunte nelle note tecniche successive e che si riporta qui per convenienza di lettura:

“A tal proposito a pagina 19 della relazione tecnica Progea si legge che partendo da monte si descrivono le risultanze dell’applicazione del codice di calcolo per la portata di 55 mc/s:

- si determinano fuoriuscite idriche sia in sx che in dx in tutte le sezioni da monte sino alla sezione 31; i livelli idrici di allagamento vanno da circa 40 cm in piazza a circa 1 m all’angolo tra le vie Albina e Patrioti; le velocità della corrente in tale area di esondazione sono inferiori a 1 m/s;*
- il ponte di via Albina funziona sotto un battente di circa 1 m a monte;*
- il deflusso di piena rimane nell’alveo principale tra le sezioni 25 e 30;*
- una fuoriuscita si determina nell’area golenale in sponda dx tra le sezioni 23 e 24: ne derivano altezze idriche di allagamento nell’ordine di 50-60 cm e velocità massime comprese tra 1 e 2 m/s;*
- dalla sezione 22 l’alveo contiene la piena;*
- le esondazioni riprendono dalla sezione 18 sino alla sezione 7;*
- a valle l’alveo contiene la piena sino al punto critico poco a valle alla sezione 4, principalmente dove vi è il passaggio tra la scarpata ed il muro di sponda in dx;*
- il ponte di via Italia funziona a monte sotto un battente di circa 80-90 cm;*
- a valle del ponte di via Italia si ha esondazione in dx”*

Molto interessante è anche la segnalazione effettuata dall’Amministrazione Comunale a UTR Bergamo, riguardante una serie di criticità puntuali (riportate con apposita simbologia nella Carta di Sintesi) lungo la Quisa. La segnalazione, recente, è del giugno 2023 e se ne riportano di seguito gli elementi sintetici.

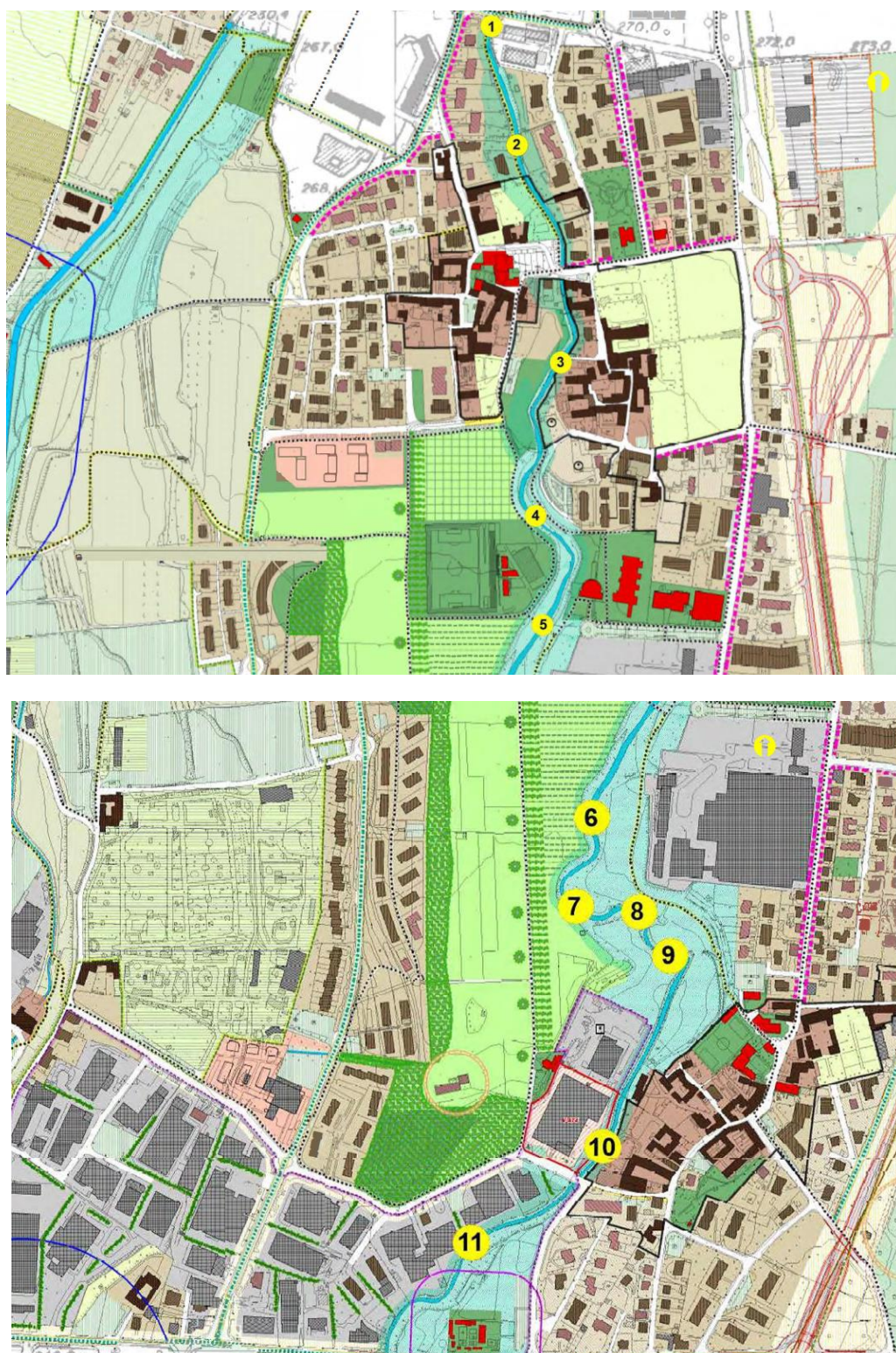


FIGURA 11 - PUNTI DI CRITICITÀ LUNGO LA QUISA SEGNALATI DAL COMUNE A UTR NEL GIUGNO 2023



FIGURA 12 - ESEMPI DI PUNTI CRITICI SEGNALATI DAL COMUNE A UTR

Per completezza, va infine segnalata l'interrogazione della minoranza consiliare del 25 maggio 2023, avente come oggetto la segnalazione di criticità lungo il Torrente Quisa, e alla quale si rimanda per ulteriori dettagli. Si riportano qui, in particolare, le fotografie allegata all'interrogazione, che si riferiscono ad eventi del 24 maggio 2023, del 2012 e del 1992.

In allegato fotografie del 24/05/2023





In allegato fotografie del 1992





In allegato fotografie del 2012





Per quanto concerne invece la piana orientale, le aree di allagamento storico sono indicate in una delle tavole dello studio Ydros del 2016, commissionato dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, dal Parco dei Colli di Bergamo e dai Comuni di Valbrembo, Mozzo e Paladina, nel gennaio 2016. Utili ed interessanti elementi, anche di carattere fotografico, si ritrovavano già però anche nello studio redatto da Ydros nel 2004.

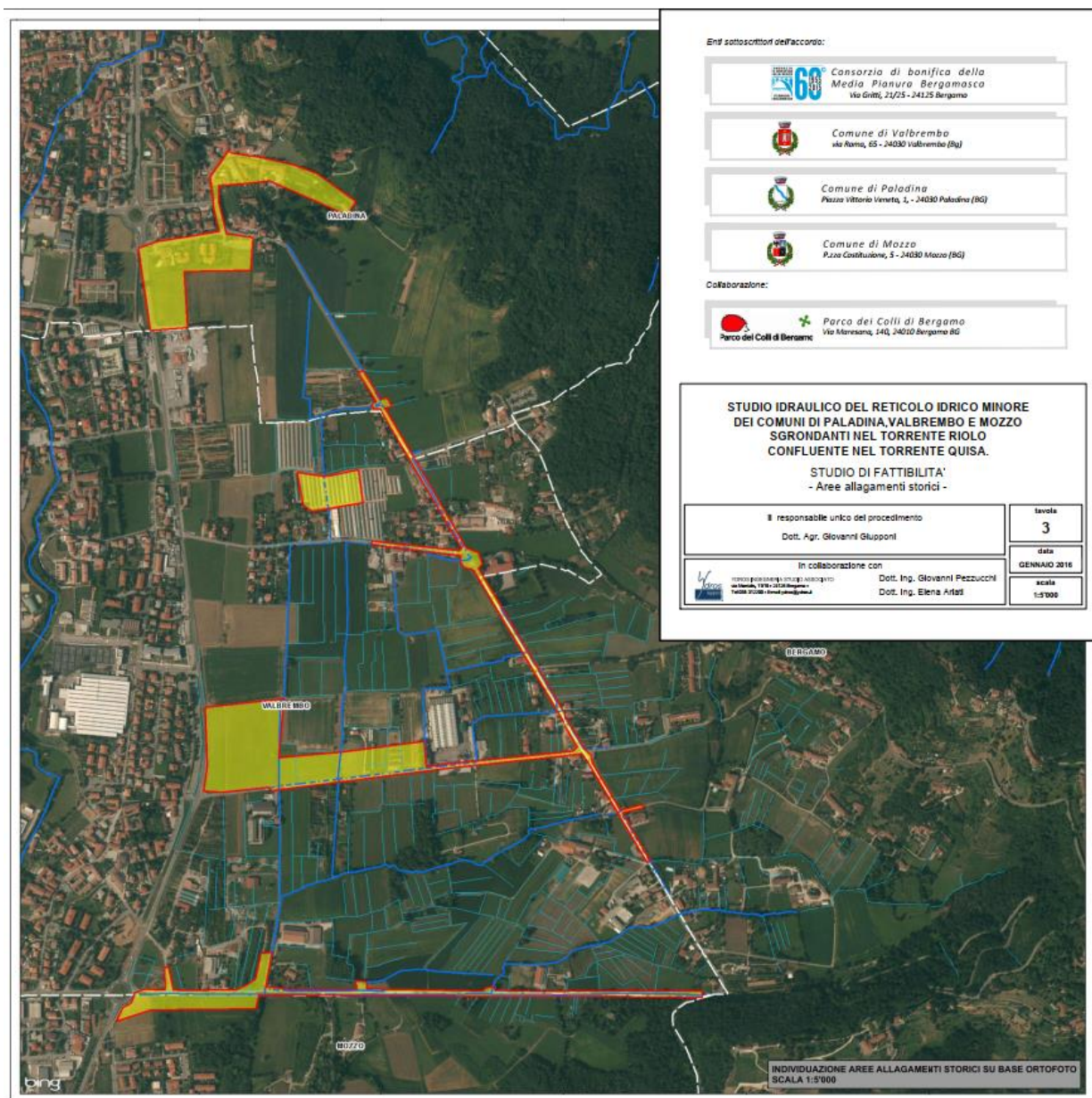


FIGURA 13 - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI ALLAGAMENTO STORICO SULLA PIANA ORIENTALE NELLO STUDIO DEL 2016

Alcuni tratti di questi reticoli sono stati recentemente oggetto di interventi manutentivi, in particolare nella zona tra Via Sombreno e Via Villino.

È interessante notare come la piana presenti difficoltà di drenaggio sia per la presenza di terreni poco permeabili (limi e argille), sia per la topografia pianeggiante, sia per la presenza di ruscellamenti provenienti dai colli di Bergamo, lungo il confine est, ruscellamenti ben visibili nelle aree boschive lungo la Via Madonna della Castagna. Tra le varie criticità riscontrate, particolarmente rilevante è quella relativa al reticolo lungo Via Madonna della Castagna, dove l'insufficienza di un tombotto determina occasionali allagamenti sulla strada e nelle proprietà limitrofe, tanto che l'abitazione adiacente al corso d'acqua ha tentato di auto-proteggere il proprio giardino occludendo parte della recinzione esterna. Tale criticità, oltre ad essere già stata segnalata, è stata confermata anche dai rilievi in sito dello scrivente.



FIGURA 4 - PUNTO DI CRITICITÀ NELLE VICINANZE DELLA MADONNA DELLA CASTAGNA (A SINISTRA: INTERSEZIONE DEL CORSO D'ACQUA CON LA STRADA E TOMBOTTO INADEGUATO, A DESTRA: MISURE DI AUTOPROTEZIONE ARTIGIANALI ADOTTATE NELLA PROPRIETÀ ADIACENTE)

Di seguito si riportano le descrizioni delle criticità puntuali o areali contenute nello studio Ydros del 2004, con alcune fotografie. Per ulteriori dettagli si rimanda ovviamente ai due studi del 2004 e del 2016.



Le principali problematiche idrauliche riscontrate lungo i canali indagati possono essere così sintetizzate per ciascun corso d'acqua principale:

Canale 1 (torrente Riolo)

- insufficienza idraulica dei numerosi manufatti di attraversamento (tombinature, passerelle, tubazioni), presenti lungo il tracciato in parallelismo a via Pascolo dei Tedeschi (Fotografia 31, Fotografia 32 e Fotografia 33);
- mancata manutenzione e pulizia delle sponde e del fondo alveo, con particolare riferimento al tratto iniziale (Fotografia 34 e Fotografia 35);
- condizioni idrauliche sfavorevoli al passaggio della piena nel punto di confluenza con il Canale 2, per l'immissione di un importante contributo al deflusso in senso ortogonale al flusso principale della corrente (Fotografia 36 e Fotografia 37);
- restringimento della sezione libera di passaggio, in corrispondenza del manufatto di attraversamento della S.P. n. 153 che, per eventi meteorici particolarmente intensi, può comportare l'allagamento dell'area in sinistra orografica più depressa, in territorio comunale di Mozzo (Fotografia 38 e Fotografia 39).

Canale 2

- restringimento della sezione libera di passaggio, in corrispondenza dei manufatti principali di attraversamento che, per eventi meteorici particolarmente intensi, può comportare l'allagamento dell'area in destra orografica più depressa; con particolare riferimento all'attraversamento di via Villino in cui si verifica un allagamento naturale dell'area a ridosso della strada, in destra orografica, per il mancato drenaggio delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale (Fotografia 40 e Fotografia 41);
- condizioni idrauliche sfavorevoli al passaggio della piena nel punto di confluenza con il Canale 6, sia per l'immissione del corso d'acqua che per la brusca deviazione del tracciato;
- condizioni idrauliche sfavorevoli all'immissione terminale nel torrente Riolo, per effetto: dell'ingresso poco a monte dell'apporto del Canale 4 (che a sua volta presenta condizioni sfavorevoli allo scarico con un profilo della corrente rigurgitato verso monte), del passaggio attraverso il manufatto di attraversamento di via Pascolo dei Tedeschi e per la direzione di confluenza nel ricettore principale, ortogonale al senso di deflusso dello stesso (Fotografia 42, Fotografia 43 e Fotografia 44).

Canale 3

- insufficienza idraulica per ridotta sezione di deflusso nel tratto iniziale, immediatamente a valle dell'attraversamento di via Sombreno;
- condizioni idrauliche sfavorevoli all'immissione terminale nel torrente Riolo, per effetto: dell'ingresso poco a monte dell'apporto del Canale 7 (che a sua volta presenta condizioni sfavorevoli allo scarico con un profilo della corrente rigurgitato verso monte) e del passaggio attraverso il manufatto di attraversamento di via Pascolo dei Tedeschi, la cui sezione risulta parzialmente occlusa da materiale depositato sul fondo (Fotografia 45 e Fotografia 46).



Fotografia 31 - Esempio di insufficienza idraulica di un manufatto di attraversamento del torrente Riolo (evento del 23.02.04).



Fotografia 34 - Esempio di mancata manutenzione e pulizia del tratto iniziale del torrente Riolo (evento del 19.04.04).



Fotografia 32 - Esempio di insufficienza idraulica di un manufatto di attraversamento del torrente Riolo (evento del 19.04.04).



Fotografia 35 – Tratto iniziale del torrente Riolo, con ridotta capacità idraulica (evento del 19.04.04).



Fotografia 33 - Esempio di insufficienza idraulica di un manufatto di attraversamento del torrente Riolo (evento del 23.02.04).



Fotografia 36 – Tratto del Canale 1 immediatamente a valle dell'immissione del Canale 2 (evento del 19.04.04).



Fotografia 37 - Tratto del Canale 1 immediatamente a valle dell'immissione del Canale 2 (evento del 19.04.04).



Fotografia 40 -Manufatto di attraversamento del Canale 2 in corrispondenza di via Villino (evento del 19.04.04).



Fotografia 38 -Tratto del Canale 1 immediatamente a monte dell'imbocco del manufatto di attraversamento della S.P. n. 153 (evento del 19.04.04).



Fotografia 41 – Allagamento dell'area in destra orografica del Canale 2 a ridosso di via Villino, per il mancato drenaggio delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale (evento del 23.02.04).



Fotografia 39 - Manufatto di attraversamento della S.P. n. 153 nel tratto terminale del Canale 1 (evento del 19.04.04).



Fotografia 42 – Manufatto di attraversamento di via Pascolo dei Tedeschi nel tratto terminale del Canale 2 (evento del 19.04.04).



Fotografia 43 - Manufatto di attraversamento di via Pascolo dei Tedeschi nel tratto terminale del Canale 2 (evento del 19.04.04).



Fotografia 46 - Manufatto di attraversamento di via Pascolo dei Tedeschi nel tratto terminale del Canale 3 immediatamente a monte dell'immissione nel Canale 1 (evento del 23.02.04).



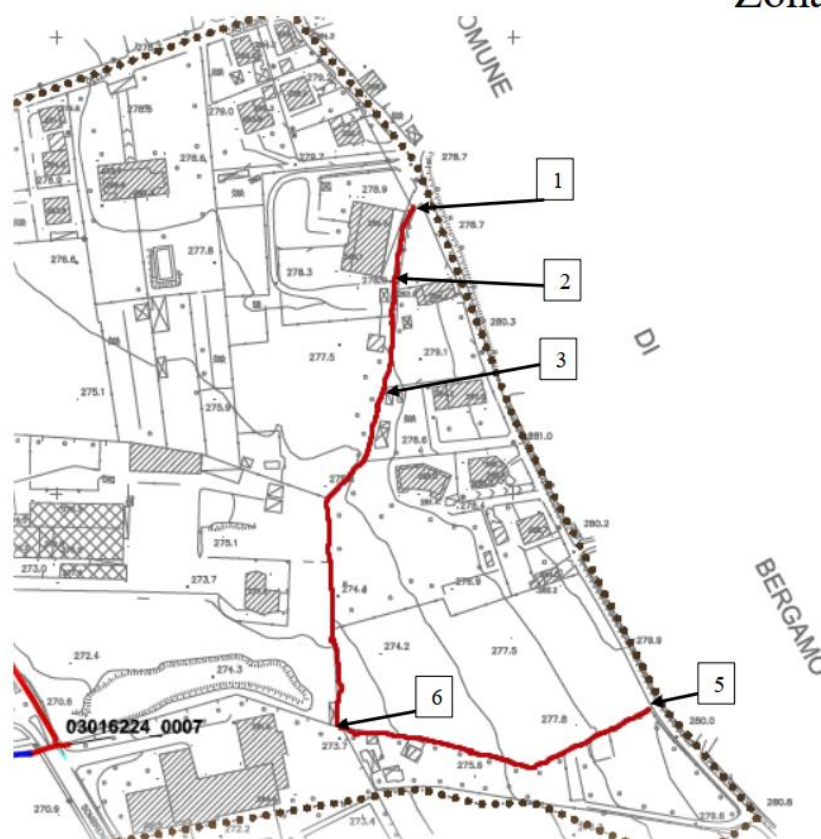
Fotografia 44 - Imbocco tratto terminale intubato del Canale 4, immediatamente a monte dell'immissione nel Canale 2 (evento del 19.04.04).



Fotografia 45 - Manufatto di attraversamento di via Pascolo dei Tedeschi nel tratto terminale del Canale 3 immediatamente a monte dell'immissione nel Canale 1 (evento del 19.04.04).

Da segnalare anche una breve relazione del gruppo di Protezione Civile, che identifica ulteriori criticità lungo il reticolo della piana orientale.

Zona 1



Conclusioni

Il fosso che parte dalla Castagna (fosso 1) si sta innalzando (vedi foto 1) ed è praticamente ostruito, è fortemente consigliata una pulizia immediata (vedi foto 2 e foto 3).

Il fosso che parte da Fontana (fosso 2) ha inizialmente larghezza e profondità pari ad 1 m x 1m. Dopo pochi metri la larghezza e la profondità si sono dimezzate. La pendenza del terreno e l'assenza di costruzione fanno sì che non creino problemi in quella zona (foto 5).

L'innesto dei due fossi nel tubo che sfocia all'altezza di via Padre Murialdo incrocio via Sombreno è praticamente impossibile da ispezionare della vegetazione presente. Ed è probabile che gli allagamenti di via Sombreno siano imputabili a questo.



2 Ostruzione



1 Inizio fosso 1



3 Ostruzione 2



5 Inizio fosso 2



6 Innesto fossi





5. COMPONENTE SISMICA

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 Valbrembo 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.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
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 comunale sono stati individuati alcuni ambiti potenzialmente suscettibili ad amplificazione sismica a vari livelli. In particolare:

- Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi (effetto sismico di instabilità);
- Z1b: zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti (effetto sismico di instabilità);
- Z1c: zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (effetto sismico di instabilità);
- Z2a: zone soggette a cedimenti;
- Z2b: zone potenzialmente soggette ad effetto sismico di liquefazione;
- Z3b: zone di cresta o cocuzzolo (effetto sismico di amplificazione topografica);
- Z4a: zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi (effetto sismico di amplificazione litologica);
- Z4b: zone di conoide e coperture detritiche (effetto sismico di amplificazione litologica);
- Z4c: zone con depositi glaciali (effetto sismico di amplificazione litologica).



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

La Carta di Pericolosità Sismica Locale non ha subito aggiornamenti significativi rispetto alla versione precedente, ma sono stati aggiunti due punti di indagine sismica con relativa analisi di 2° livello. In particolare, sono state utilizzate le seguenti due relazioni geologiche:

- Progetto di realizzazione nuovo ricovero animali nel Parco Faunistico "Le Cornelle" (A. Chiodelli, 2019)
- Rifacimento nuovo muro di sostegno lungo Via Cornelle (Geoconsult, 2022).

5.2. ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO

L'analisi di 2° livello si applica agli scenari Z3 e Z4 in comuni ricadenti in zona sismica 2 e 3, oppure in comuni ricadenti in zona sismica 4 in corrispondenza di edifici strategici o rilevanti. Nel caso di Valbrembo, trattandosi di un comune che precedentemente ricadeva già in zona sismica 3, l'analisi di 2° livello era già stata effettuata in seno allo studio geologico precedente. In questo caso viene quindi aggiunta esclusivamente l'analisi per i due punti di indagine nuovi (S3 ed S4).

Per quanto concerne gli ambiti lineari di amplificazione topografica Z3, si ribadisce quanto già espresso nella relazione G.E.A. del 2016, ovvero che la scarpata individuata non ha $v_s > 800$ m/s e quindi non ricade nelle casistiche da analizzare. Si mantiene comunque l'ambito per continuità con lo studio precedente e per sottolineare l'aspetto meramente geomorfologico. Eventuali relazioni geologiche per singoli progetti redatte nelle vicinanze di questo ambito dovranno contemplare comunque un'analisi di 2° livello sito-specifica.

Per quanto concerne gli ambiti di amplificazione litologica e geometrica Z4, di seguito si riassumono i risultati delle indagini del 2016 e di quelle recuperate successivamente:

Riassunto calcoli riferiti alla scheda litologica

Località	Vs30 [m/s]	Tipo suolo	T _{sito} [s]	T _{0,1 – 0,5}		T _{0,5 – 1,5}	
				Fa Calcolato	Fa soglia	Fa Calcolato	Fa soglia
Cornelle	419,00	"B"	0,25	1,7	1,5	1,7	1,7
Biblioteca	429,00	"B"	0,24	1,2	1,5	1,2	1,7



Nuove indagini:

- S3 (Parco delle Cornelle): categoria di suolo rilevata "B" **non confermata dal 2° livello** (Fac > Fas)
- S4 (Via Cornelle – Geoconsult): categoria di suolo rilevata "B" **confermata dal 2° livello** (Fac < Fas)

Pertanto, su quattro punti d'indagine, soltanto S4 risulta avere fattore d'amplificazione calcolato inferiore al fattore soglia comunale per la categoria sismica di suolo rilevata strumentalmente (B). In tutti gli altri casi, la categoria rilevata, che è comunque sempre la B, risulta non verificata (fattore d'amplificazione calcolato superiore al fattore soglia comunale corrispondente).

Si suggerisce comunque che in occasione di qualsiasi indagine geologica per singoli progetti venga sempre rilevata strumentalmente la categoria di sottosuolo e venga sempre rieseguita l'analisi di 2° livello sito-specifica, per rileggere la situazione in modo puntuale. Ciò è peraltro obbligatorio in tutte le aree laddove si sia determinato $Fac > Fas$, sempreché non si effettui direttamente un'analisi di 3° livello.



6. NORME GEOLOGICHE DI PIANO

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

Mozzo, gennaio 2024

Dott. Geol. Alessandro Chiodelli

