



Comune di Calolziocorte

Piazza Vittorio Veneto, 13

23801 Calolziocorte (LC)



Progetto

Componente geologica, idrogeologica e sismica

del Piano di Governo del Territorio

aggiornamento ai sensi della D.G.R. n. IX/2616 del 30 Novembre 2011 e

della D.G.R. n. X/6738 del 19 Giugno 2017

Oggetto

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Data: 3 novembre 2022

Riferimento: 2018 121-132

Revisione: 04

allegata alla delibera di approvazione

il progettista

il Sindaco



Viger Srl

CF, P. Iva n. 02748500135

Sede legale: via Morazzone 21
22100 Como

Sede amministrativa e gestio-
nale:

via Cellini 16/C
22071 Cadorago (CO) Italia

Autore: mac

mod: nnn-95 rel_tecnica 09.dot



Indice

0. PREMESSA	4
0.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PRINCIPALI	5
0.2 FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA	6
0.3 RICERCA STORICA.....	8
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO	9
2. GEOLOGIA.....	10
- Flysch di Pontida.....	10
- Formazione Mista	10
- Maiolica	11
- Selcifero Lombardo	11
- Rosso Ammonitico.....	11
- Calcare di Domaro	12
- Depositi superficiali	12
3. GEOMORFOLOGIA.....	14
3.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	14
3.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	15
4. IDROGRAFIA.....	16
4.1 FIUME ADDA	16
4.2 CORSI D'ACQUA MINORI.....	17
5. IDROGEOLOGIA.....	20
5.1 CARATTERI GENERALI DELL'AREA	20
5.2 OPERE DI CAPTAZIONE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE.....	21
5.3 ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO	24
5.4 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	25
5.5 PERMEABILITÀ SUPERFICIALE.....	26
5.6 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO	26
5.6.1 <i>Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento.....</i>	<i>27</i>
6. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	28
6.1 TEMPERATURA DELL'ARIA.....	28



6.2	PRECIPITAZIONI	29
6.3	EVAPOTRASPIRAZIONE	30
6.4	IL VENTO	30
7.	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	31
7.1	QUADRO NORMATIVO	32
7.2	METODOLOGIA DI ANALISI SISMICA	33
7.2.1	<i>Primo livello di approfondimento - PSL.....</i>	<i>35</i>
7.2.2	<i>Secondo livello di approfondimento</i>	<i>37</i>
8.	CARTA DEI VINCOLI	38
8.1	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	38
8.1.1	<i>Delimitazione delle zone di rispetto</i>	<i>42</i>
8.2	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA.....	44
8.3	PAI	44
8.4	ATTUAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA) – D.G.R. X/6738/2017	47
8.4.1	<i>Attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) – perimetrazioni presenti nel territorio di Calolziocorte.....</i>	<i>49</i>
8.4.2	<i>Verifica di dettaglio delle condizioni di pericolosità e rischio locali.....</i>	<i>51</i>
8.4.3	<i>Sintesi del recepimento del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) a scala comunale 58</i>	
9.	INVARIANZA IDRAULICA, INVARIANZA IDROLOGICA E DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE.....	60
9.1	R.R. N. 7/2017 PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (ART. 58 BIS, LR 12/2005)	62
10.	CARTA DI SINTESI	63
11.	FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	65
	BIBLIOGRAFIA.....	67
	AUTORI	68
	ALLEGATI.....	69



0. PREMESSA

La presente relazione e le tavole che ne costituiscono parte integrante hanno come principale finalità quella di illustrare i rilievi e le analisi che gli scriventi hanno effettuato nel corso dello studio geologico condotto nel territorio di Calolziocorte nell'ambito delle indagini interdisciplinari realizzate ai fini dell'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.

La documentazione è stata predisposta secondo gli standard di lavoro indicati dalla D.g.r. n. 2616 del 30/11/2011 *"Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT"*; il suddetto provvedimento ha, infatti, sostituito le precedenti delibere n. VIII/1566 del 22/12/2005 *"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"* e n. VIII/7374 del 28/05/2008 *"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. 8/15"*.

Lo studio, che nel suo complesso costituisce parte integrante del Documento di Piano e del Piano delle Regole del PGT, rappresenta un aggiornamento sostanziale del precedente studio geologico, aggiornato al febbraio 2012.

In particolare, sono stati recepiti due significativi aggiornamenti normativi intercorsi recentemente, relativi rispettivamente, all'aggiornamento delle zone sismiche della Regione Lombardia e al recepimento della c.d. "Direttiva Alluvioni":

"A partire dal 10 Aprile 2016, in Regione Lombardia sono diventate efficaci la nuova zonazione sismica prevista dalla D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 *"Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)"* e la Legge Regionale n. 33 del 12/10/2015 *"Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche"*; inoltre, in data 30 Marzo 2016 la Giunta Regionale ha approvato la D.g.r. n. X/5001 *"Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)"*. Pertanto, nell'ambito del presente studio si è provveduto all'aggiornamento della componente sismica ai sensi di tale normativa, considerando che il territorio di Calolziocorte è stato inserito in zona sismica 3 (bassa sismicità), rispetto alla precedente zona 4 (bassissima sismicità).

Inoltre, il presente studio, una volta recepito nello strumento urbanistico comunale, consente l'aggiornamento del quadro del dissesto PAI (Elaborato 2 del *"Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – allegato 4 – Delimitazione delle aree in dissesto"*) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI; con la recente D.G.R. n.



X/6738 del 19/06/2017, infatti, Regione Lombardia ha approvato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po. È stato possibile redigere una "Carta PAI-PGRA" (Tavola 7), ottenuta a partire dalla consultazione e dal recepimento degli elaborati cartografici rappresentati dalle "Mappe della pericolosità" e "Mappe del rischio di alluvione" indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti, pubblicate sul Geoportale della Regione Lombardia.

È stato inoltre condotto uno studio di dettaglio (riportato in allegato) su alcune aree in fregio al torrente Carpine nel settore pianeggiante di Via Cantelli; in base alle risultanze di tale approfondimento i settori in esame sono stati riclassificati ed inseriti in appropriate classe di fattibilità. Analoga valutazione e riclassificazione è stata effettuata in due settori posti in fregio e a valle di Via S.S.Cosma e Damiano, nel bacino del torrente Premerlano.

L'aggiornamento cartografico della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT è stato realizzato su tutto il territorio comunale, assumendo come riferimento cartografico il db topografico definito dalla Provincia di Lecco.

0.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PRINCIPALI

- D.g.r. 02 agosto 2018 - n. XI/470: "Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, di cui alla d.g.r. 19 giugno 2017 – n. X/6738"
- D.M. 17/01/2018: "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»"
- D.g.r. 18 dicembre 2017 - n. X/7581: "Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4)
- D.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017: "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione Del Piano Di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) 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"
- L.R. n. 14 del 26/05/2016: "Legge di semplificazione 2016"



- D.g.r. n. X/5001 del 30/03/2016: "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)"
- L.R. n. 4 del 15/03/2016: "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"
- L.R. n. 33 del 12/10/2015: "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche"
- D.g.r. n. X/4144 del 08/10/2015: "Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»"
- D.g.r. n. X/2489 del 10/10/2014: "Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»"
- D.g.r. n. X/2129 del 11/07/2014: "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)"
- D.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011: "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"
- Circolare n. 617 del 02/02/2009: "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"
- D.M. 14/01/2008: "Norme tecniche per le costruzioni"
- D.Lgs. n. 152/2006 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale"
- L.R. n. 12 del 11/03/2005: "Legge per il governo del territorio" (ultimo aggiornamento: legge regionale 8 luglio 2016, n. 16)

0.2 FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA

La metodologia di lavoro utilizzata per lo studio della componente geologica del PGT si basa, anche in riferimento alle indicazioni della citata D.g.r. 2616/2011 su tre fasi distinte (fase di analisi, fase di sintesi e valutazione e fase di proposta).

La prima fase di analisi ha previsto la consultazione degli studi pregressi e banche dati di carattere sovracomunale e comunale esistenti e disponibili.



Sulla base dei dati geoambientali così raccolti, sono state elaborate e revisionate e aggiornate ove necessario le Carte di Inquadramento (cfr. Tavole 1,2 e 3) e la Carta della pericolosità sismica locale (cfr. Tavola 4).

La fase di sintesi e valutazione ha previsto la realizzazione delle carte dei vincoli di carattere geologico e di sintesi.

La cartografia dei vincoli (cfr. Tavola 5) contiene la perimetrazione delle aree sottoposte a vincoli particolari:

- Vincoli di polizia idraulica derivati dall'applicazione dello studio sul reticolo idrico del territorio comunale, realizzato ai sensi della DGR n.7/13950 del 01 agosto 2003 e s.m.i.,
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (pozzi ad uso potabile);
- Aree ricadenti all'interno di aree correlate a fenomeni di dissesto gravitativo sui versanti (frane), di dinamica torrentizia sui corsi d'acqua e di trasporto in area di conoide (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI) Approvato con DPCM 24 maggio 2001).
- Aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali definite dal PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po) approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001;
- Aree ricadenti nell'ambito delle aree allagabili come definite dal PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni secondo quanto indicato dalla D.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017

La cartografia di sintesi (cfr. Tavola 6) rappresenta un documento fondamentale, in quanto in essa sono condensati i risultati di tutta la fase analitica in merito all'individuazione della pericolosità geologica.

Questo elaborato contiene pertanto una serie di poligoni che delimitano:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

La fase di proposta costituisce la sintesi finale del lavoro; è stata realizzata mediante la trasposizione dei poligoni della carta di sintesi, integrata con la sovrapposizione di un'apposita retinatura che descrive la pericolosità sismica locale.

Comprende quindi una cartografia con rappresentate le classi di fattibilità geologica dedotte dagli ambiti di pericolosità identificati nella carta di sintesi.

Anche nelle aree non urbanizzate sono state delimitate le classi di fattibilità, come previsto dalla D.g.r. citata nell'introduzione.

La normativa geologica e quella sismica sono riportate in un fascicolo separato, parte integrante del Piano delle Regole.



Si evidenzia che rispetto agli studi precedenti è stata aggiornata la cartografia di base, recependo il database topografico provinciale aggiornato.

Si specifica infine che gli studi in seguito illustrati non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 17/01/2018 e s.m.i..

0.3 RICERCA STORICA

Per la redazione di tale capitolo, è stata utilizzata la documentazione e le informazioni fornite agli scriventi dai competenti uffici comunali; inoltre, sono stati consultati gli archivi delle banche dati regionali relative al dissesto idrogeologico e in particolare quanto segnalato nel GeolFFI – inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia.

Nel territorio di Calolziocorte si sono verificati anche nel recente passato alcuni eventi riconducibili sia a fenomeni di dissesto dei versanti e all'esondazione dei corsi d'acqua naturali presenti.

Tra gli eventi calamitosi sono stati, in particolare, recepiti alcuni episodi recenti riconducibili alla presenza o all'azione dei corsi d'acqua, definiti come specifici scenari di rischio nel Piano di Emergenza Comunale.

- 27 novembre 2002: Frana in località La Cà che segue, come percorso preferenziale, l'alveo del Torrente Buliga.
- Novembre 2002 – Ottobre 2018. Iniziale innesco di due frane superficiali, affiancate e vicine, poste lungo il versante sovrastante la strada che da Calolziocorte sale verso Monte Marenzo e Torre de Busi, tra le località Serta e Pramerlano (quote assolute tra 300 e 310 m slm). Tali fenomeni franosi hanno presentato una continua evoluzione nel corso degli anni, rilasciando lungo l'alveo del T. Carpine ingenti quantità di detriti, trasportati in sospensione o per trascinamento durante gli eventi meteorici più rilevanti od eccezionali. Il materiale trasportato, scendendo verso valle sotto forma di colata di detrito, comporta l'inghiaimento dell'alveo del torrente lungo tutto il suo percorso.
- Agosto 2014: scivolamento della copertura detritica posta al margine di valle del ciglio stradale di Via Butto, in prossimità della strada per Erve.
- Novembre 2014: frana di scivolamento posta al margine di valle del ciglio stradale di Via Sopracornola Nuova in località Sopracornola, che ha causato l'interruzione della viabilità. L'elemento innescante di tale dissesto è costituito dall'elevato scorrimento delle acque, conseguente ad un evento piovoso rilevante.



1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il comune di Calolziocorte, in provincia di Lecco possiede una superficie di 9,10 km² e si sviluppa in sinistra idrografica dei corpi idrici del lago di Olginate e del fiume Adda, nel tratto posto immediatamente a valle della Diga di ritenuta di Olginate del Consorzio dell'Adda che costituisce la principale opera di regolazione delle acque in uscita del Lago di Como.

Topograficamente, il territorio è compreso all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- foglio 32 – Como della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000
- tra il foglio 76 – Lecco e il foglio 97 - Vimercate del Progetto CARG, scala 1:50.000
- tavole B4e5 - B5e1 della Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000

Nel dettaglio, l'andamento del limite amministrativo comunale segue un tracciato che partendo dalla sponda dell'Adda circa all'altezza della Diga di Olginate, si snoda lungo l'alveo del torrente Gallavesa sino a giungere a località Cappella del Corno alla quota di 650 m s.l.m, da qui segue la cresta di Sopracorna sino ad arrivare al monte Spedone alla quota di 1100 m s.l.m. A partire da tale sommità, il limite comunale perde quota, passando per le località Fontanella, Gaggio, Baranans e Piazza, per arrivare in corrispondenza della cima del monte Brughetto. Da qui, scende con andamento tortuoso, interessando le località di Portico, Pomarolo, Cascina Centelli sino al fiume Adda.

I Confini amministrativi sono i seguenti:

a Nord:	Vercurago
a Est:	Carenno
a Sud:	Monte Marenzo e Torre de Busi
a Ovest:	Olginate
a Nord-Est: :	Erve

Dal punto di vista altimetrico, il territorio comunale risulta compreso tra la quota massima di 1110 m s.l.m. (monte Spedone) e la quota minima di circa 195 m s.l.m. corrispondente alla sponda del fiume Adda. Il centro urbanizzato è situato principalmente nella fascia altimetrica intermedia posta tra le quote di 200-300 m s.l.m. e si sviluppa maggiormente nel settore nord-occidentale del territorio comunale. Nella fascia altimetrica 300-500 m s.l.m. sono posti gli insediamenti delle località di Rossino, Gaggio, Moiola mentre tra i 500-600 m s.l.m. quelli di Eola, Oneta e Sopracornola.

Le caratteristiche del territorio, se da un lato contribuiscono a fornire all'assetto paesaggistico un patrimonio di indubbia qualità, determinano una serie di problematiche di carattere geologico applicativo, unitamente alla necessità di salvaguardare con il dovuto rigore le peculiarità ambientali dell'area.

2. GEOLOGIA

I caratteri geologico-strutturali dell'area in esame si inseriscono in un quadro geodinamico regionale complesso, la cui definizione risulta in continuo approfondimento.

Il comune di Calolziocorte rientra nel settore delle Alpi Meridionali, in corrispondenza della grande anticlinale denominata anche "Flessura Marginale", caratteristica per il suo profilo nettamente asimmetrico. Avendo, in generale, nel settore lombardo una direzione ONO – ESE, essa, in corrispondenza della zona di Lecco, mostra due evidenti e marcate deviazioni: un'ampia inflessione verso nord, che disegna un grande incurvatura con concavità verso sud ed un vistoso rovesciamento che, iniziando nei pressi di Civate (ad ovest di Lecco), ha un massimo nella dorsale del Monte Magnodeno, sulla riva orientale dell'Adda, e un progressivo raddrizzamento in direzione d'Albenza.

Per quanto concerne le formazioni geologiche affioranti nel comune di Calolziocorte, durante la campagna di rilevamento geologico si sono osservate le seguenti unità (cfr. Tavola 1):

- ***Flysch di Pontida***

Tipica formazione di origine torbiditica, costituita da alternanze di arenarie (o calcareniti) e peliti, il cui rapporto è variabile lungo la successione considerata. Le arenarie di colore grigio ferro, assumono per alterazione una colorazione marrone; le peliti interstrato sono di colore marroncino-rossastro o subordinatamente grigio.

Tale formazione è arealmente la più diffusa nel comune di Calolziocorte, affiorando nella porzione sommitale del territorio comunale. Spaccati molto significativi si hanno all'interno della forra del torrente Seta e sulla strada che sale da Lorentino a Sopracornola.

- ***Formazione Mista***

Con tale dicitura si sono raggruppate alcune formazioni che, nell'area in esame, hanno un'estensione areale piuttosto contenuta e, quindi, risultano difficilmente cartografabili singolarmente, considerando anche che esse hanno dei caratteri geologici e litologici simili.

- **Peliti Rosse** (Turoniano medio- inferiore)

Strati da fini a medi (5-40 cm) di arenarie micacee, alternate a calcilutiti e separate da livelletti di marne rosse o verdi; nella parte basale della successione prevalgono le marne rosse.

- **Peliti Nere** (Turoniano inf. - Cenomaniano sup.)

Peliti grigio scure e argilliti nere, alternate ad arenarie torbiditiche molto fini

- **Marne Rosse** (Cenomaniano inferiore)

Marne rosse emipelagiche da ben stratificate a massicce, con interstrati torbiditici di calcareniti.

- **Sass della Luna** (Albiano)

Membro superiore', calcari torbiditici e calcari marnosi grigio azzurri, con stratificazione parallela da sottile a spessa.

Membro inferiore', marne e calcari marnosi, emipelagici e torbiditici, di colore grigio scuro, passanti gradualmente al membro superiore.

- **Marne di Bruntino** (Albiano inferiore - Aptiano inferiore)

Marne di colore variabile, solitamente grigio o viola con stratificazione da massiccia a sottile e sporadici orizzonti interstrato di argilliti nere.

Tali formazioni affiorano sporadicamente in una fascia compresa tra i 300 e i 700 m s.l.m. nei settori settentrionale e sud-orientale dell'area in esame.

• **Maiolica**

Calcolutiti di colore bianco avorio, con stratificazione decimetrica (10-40 cm), normalmente ben definita. All'interno degli strati sono presenti noduli di selce di color grigio bluastrò o anche sottili livelli (1-2 mm) selciferi con patina giallastra.

Tale formazione affiora nel settore settentrionale e sud-orientale dell'area in esame, a quote comprese tra 700 e 1000 m s.l.m. in corrispondenza del monte Spedone.

• **Selcifero Lombardo**

Con il nome di Selcifero Lombardo vengono riconosciute e raggruppate due formazioni distinte, quali il Rosso ad Aptici e le Radiolariti.

- **Rosso ad Aptici**: è caratterizzato da calcari marnosi di color viola con stratificazione variabile da 10 a 50 cm, con sottili intercalazioni di materiale pelitico.

- **Radiolariti**: sono costituite da selci fittamente stratificate di colore violaceo, sebbene la successione presenti delle variazioni di colore piuttosto marcate

Tali formazioni interessano marginalmente il territorio comunale di Calolziocorte: compaiono solo nella fascia montana del comune, ben affioranti lungo le pareti rocciose in corrispondenza di Sopracornola.

• **Rosso Ammonitico**

Alternanze di calcari marnosi e sottili orizzonti pelitici, spessore variabile da 10 - 40 cm e colorazione rosso mattone.

Intrastrato, sono presenti numerosi fossili (Ammoniti, Belemniti ecc.); alcuni stati calcarei sono interamente costituiti da fossili, identificabili quindi come bio-calcareni.

La stratificazione è sottile e solo localmente può assumere aspetti più massicci.

Tale formazione è subaffiorante nell'area a monte delle pareti rocciose di Sopracornola e ad est della Corna Martinella.

- ***Calcare di Domaro***

Calcari marnosi di colore grigio scuro che, in patina, acquistano un tipico colore grigio-azzurro chiaro. Sono presenti anche noduli e liste di selce di colore nero.

La stratificazione è sempre ben evidente, con spessore variabile da 30 a 60 cm.

La formazione affiora al limite settentrionale del territorio comunale, in corrispondenza del monte Spedone.

- ***Depositi superficiali***

- **Depositi di origine glaciale**

Depositi a granulometria fortemente eterogenea, composta da frazioni fini miste a blocchi e clasti di prevalente origine ignea-metamorfica.

I clasti, solitamente spigolosi e poco alterati, risultano immersi in una matrice sabbioso-ghiaiosa di colore grigio giallastro, con sporadici cenni di stratificazione interna.

Talvolta questi depositi, a causa di una passata circolazione idrica ricca di carbonati, appaiono cementati.

La loro distribuzione è assai diffusa entro l'intero territorio comunale a monte della fascia pianeggiante, con coltri più o meno spesse e continue sul substrato roccioso.

- **Depositi di conoide**

Accumuli più o meno ampi di materiale alluvionale con forma a ventaglio, deposti allo sbocco degli impluvi e delle valli e costituiti da materiale classato a prevalente componente calcarea.

La granulometria è fortemente variabile da zona a zona con prevalenza di sabbie e ghiaie nella parte distale e di ciottoli, blocchi e ghiaie nella parte prossimale.

Tali depositi sono stati generati principalmente dalla passata attività deposizionale dei torrenti Gallavesa, Serta e subordinatamente Premerlano, Carpine, Buliga.

A causa della loro ubicazione, i depositi di conoide hanno subito l'influsso delle alluvioni dell'Adda; infatti, ai depositi granulari (tipici di conoide), si inseriscono localmente sottili orizzonti di materiale coesivo, ascrivibili alla deposizione fluvio-lacustre.

I depositi di conoide occupano buona parte dell'area pianeggiante del territorio comunale, e su di essi è ubicata gran parte degli edifici della città di Calolziocorte.



- Depositi lacustri

Depositi a granulometria fine a comportamento coesivo, costituiti prevalentemente da limi ed argille presenti solitamente ai margini delle conoidi. Tali depositi sono spesso ricoperti da terreno vegetato o sottili stati alluvionali delle conoidi vicine.

Talvolta, tali depositi hanno *facies* differenti, con la comparsa di passate di sabbia o ghiaia, dovute all'interazione con le conoidi vicine.

Si hanno consistenti depositi lacustri nella parte sud occidentale del comune (in località Sala) e in una limitata area a nord della località Lavello.

- Depositi di versante

Strato di alterazione del substrato roccioso, legato all'azione dei principali fattori climatici.

Questi depositi si generano in seguito alla frammentazione del substrato roccioso in blocchi spigolosi, i quali ricoprono il versante con una coltre terrigena spesso vegetata.

Nel comune di Calolziocorte i depositi eluviali sono presenti nel settore montano con spessori tendenzialmente esigui (da alcuni centimetri a pochi decimetri).



3. GEOMORFOLOGIA

Di particolare rilevanza nel presente studio è la geomorfologia del comune di Calolziocorte, la quale interpreta le forme del territorio, mettendole in relazione con gli elementi genetici che le hanno generate.

Premesso ciò e tenendo in considerazione le finalità dello studio, si è cercato di considerare quelle forme e depositi che possano avere ripercussioni sulla stabilità e sicurezza delle varie zone, tralasciando o riportando con minor enfasi forme e processi minori, non in linea con le esigenze del presente lavoro.

Per le zone urbanizzate e limitrofi, si sono talvolta enfatizzate le forme ed i processi attivi in atto, al fine di evidenziare possibili problematiche di natura geologica.

3.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

- Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana

Con tale denominazione, si indica la presenza di gradini morfologici e scarpate rocciose soggetti ad una progressiva degradazione ad opera degli agenti atmosferici, la quale genera, nelle scarpate più attive, un continuo distacco di materiale.

- Deposito di frana

Deposito legato alla mobilitazione di materiale detritico sciolto lungo pendii ad elevata acclività durante o dopo periodi con forti precipitazioni (colamento); solitamente, tali fenomeni hanno estensione limitata e interessano zone prive di vegetazione ad alto fusto, con acclività medio elevata (25-35°). Depositi di tale genere sono anche costituiti dal franamento della coltre detritica cementata soprastante (crollo) e, subordinatamente, da blocchi e massi franati dalle pareti di roccia a monte (ribaltamento).

Nel territorio di Calolziocorte, dato il numero elevato e la variabilità dei fenomeni franosi avvenuti, è stato approfondito unicamente il loro stato di attività, distinguendo tra zone di frana attiva e zone di frana quiescente; sono state inoltre inserite anche alcune piccole frane non cartografabili con precisione.

3.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

- Alveo con tendenza all'approfondimento

Si tratta di alvei torrentizi nei quali si verifica intensa erosione lineare e laterale, che solitamente raggiunge e incide il substrato roccioso generando valli strette, delimitate da scarpate acclivi.

Le cause di tale erosione accelerata possono essere ricercate sia nella tettonizzazione, la quale rende il substrato roccioso più fratturato e degradato, sia nelle pendenze dell'alveo stesso, che consentono alle acque di trasportare detriti e sedimenti che ne erodono il fondo.

Si segnalano, in particolare, le valli in cui scorrono i torrenti Gallavesa e Serta e alcune incisioni secondarie ove tale fenomeno è attivo.

- Solco di erosione concentrata

E' un fenomeno dovuto principalmente all'erosione saltuaria da parte di acque meteoriche, che talvolta scorrono lungo punti di debolezza degli ammassi rocciosi, causandone nel tempo un approfondimento.

Per quanto riguarda il territorio comunale, questo fenomeno si evidenzia nettamente in corrispondenza del settore montano, principalmente lungo gli erti versanti delle valli torrentizie.

- Conoide alluvionale

Corpo sedimentario a forma di ventaglio, prodotto dalla sedimentazione di materiale clastico in carico ai corsi d'acqua ed accumulatosi successivamente alla base di canali ripidi che sfociano su superfici pianeggianti, in seguito alla diminuzione della corrente fluviale.

Il centro abitato di Calolziocorte sorge su un esteso conoide alluvionale inattivo, costituito prevalentemente da sabbie e ghiaie, con prevalenza di granulometrie grossolane nelle parti apicali e più fini in quelle distali del corpo sedimentario .



4. IDROGRAFIA

4.1 FIUME ADDA

L'idrografia del territorio comunale di Calolziocorte è contraddistinta dalla presenza di un elemento rilevante costituito dal bacino del Lago di Olginate e dal tracciato del fiume Adda (codice LC009 di competenza dell'Agenzia Interregionale del fiume Po- AIPO), che caratterizzano con il loro corso la porzione occidentale del territorio oggetto di indagine. Il bacino del fiume Adda ha una superficie complessiva di circa 7.927 km², per il 94% circa in territorio italiano e per il rimanente 6% in territorio svizzero. Complessivamente, la parte italiana del bacino si trova per l'81% in ambito montano e per il 19% in pianura.

Il bacino imbrifero dell'Adda si compone dei seguenti sottobacini:

- Adda sopralacuale (Valtellina e Valchiavenna); tale bacino è a sua volta costituito:
 - bacino dell'Adda montano, che si sviluppa in direzione est-ovest;
 - bacino del fiume Mera che raccoglie i deflussi della Valchiavenna
- Lago di Como
- Adda sottolacuale

L'Adda sottolacuale, oltre a ricevere il Brembo e il Serio, è alimentato da un bacino di pianura di incerta definizione, in relazione alla fitta rete di canali e corsi d'acqua minori fittamente sviluppati che determinano interscambi con i bacini limitrofi; i principali affluenti in destra idrografica sono i torrenti Brembo di Mezzoldo, Enna, Brembilla, Imagna, Lesina e Dordo; in sinistra i torrenti Valsecca, Parina, Serina e Quisa.

Nell'area compresa tra Lecco e Rivolta d'Adda, in cui è ubicato anche il comune di Calolziocorte, il fiume scorre nell'ambito del Parco regionale Adda Nord all'interno di un territorio composito in cui si possono distinguere due settori distinti:

- nel primo tratto, compreso tra i ponti Kennedy e Manzoni, il corso del fiume è infatti ubicato in una valle incise, in cui affiora la Formazione del Ceppo;
- segue un tratto di fiume tipicamente planiziale, in cui si formano i laghi di Garlate e di Olginate, immediatamente a sud di Lecco; in tale ambito ad esempio la flora ripariale è ben conservata con prati umidi ed esemplari di farnia, pioppo nero, ontano; la fauna risulta invece limitata dalla forte antropizzazione.

4.2 CORSI D'ACQUA MINORI

Oltre al fiume Adda nel territorio comunale di Calolziocorte si possono individuare, come emerge in particolare dallo studio relativo al reticolo idrico minore, alcuni elementi di secondaria importanza che, tuttavia, sono cartografabili e svolgono una importante funzione idraulica.

Bisogna precisare che, in accordo all'art. 3 comma 108, L.R. 1/2000, il Torrente Gallavesa (LC053) ed il Torrente Serta (LC054) sono identificati come facenti parte del Reticolo Idrico Principale, la cui competenza idraulica è dunque di Regione Lombardia.

- **Torrente Gallavesa**

La superficie del bacino è pari a circa 12km², con l'asta principale che si snoda per una lunghezza di circa 8 km, partendo da una quota massima di 1700m s.l.m. fino a 199m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel Lago di Olginate.

Il Torrente Gallavesa presenta un corso d'acqua estremamente ramificato nella sua fascia montana, con numerosi bacini e sottobacini affluenti, caratterizzati da deflusso periodico e pendenze di fondo mediamente elevate, tali da determinare, in caso di piene eccezionali, un rilevante apporto di materiale solido nell'alveo del corso d'acqua principale.

L'asta principale, nella settore montano, presenta un'alternanza di tratti incanalati con alveo in roccia affiorante e di tratti sovralluvionati. Nel tratto a valle dell'abitato di Erve, è presente una soglia di fondo finalizzata alla diminuzione della pendenza di fondo e quindi alla diminuzione della capacità erosiva della corrente.

Il tratto cittadino del Torrente Gallavesa presenta invece un andamento pressoché rettilineo ed è interamente interessato da opere di regimazione idraulica, in particolare arginature e salti di fondo.

- **Torrente Serta**

La superficie del bacino è pari a circa 9km², con l'asta principale del torrente che si snoda per una lunghezza di circa 4.741 km, partendo da una quota massima di 1350m s.l.m. fino a 197m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel Fiume Adda.

Il Torrente Serta presenta un corso d'acqua estremamente ramificato nella sua parte montana, con numerosi bacini e sottobacini affluenti, caratterizzati deflusso periodico e pendenze di fondo mediamente elevate, tali da determinare, in caso di piene eccezionali, un rilevante apporto di materiale solido nell'alveo del corso d'acqua principale.

L'asta principale del Torrente Serta, nella sua parte montana, presenta un'alternanza di tratti infossati, con alveo in roccia affiorante, e tratti sovralluvionati.

Il tratto cittadino del Torrente Serta presenta invece un andamento rettilineo ed è interamente interessato da opere di regimazione idraulica, in particolare arginature, salti di fondo e tubature.

- **Torrente Buliga**

La superficie del bacino è pari a circa 0.8 km², con l'asta principale che si snoda, per circa 1 km, da una quota di circa 900 m s.l.m. sino a 199 m s.l.m., sfociando nel Fiume Adda. Il torrente presenta un corso piuttosto rettilineo, con una modesta ramificazione.

- **Torrente Premerlano**

La superficie del bacino è pari a circa 1.04 km², con l'asta principale che si snoda per una lunghezza di circa 1.7 km, partendo da una quota massima di ca. 760 s.l.m. fino a 195 m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel Fiume Adda.

Il Torrente Premerlano presenta un corso piuttosto rettilineo anche nella sua parte montana, con una sola biforcazione rilevante, caratterizzato da un deflusso periodico e pendenze dell'alveo elevate, tali da determinare, in caso di piene eccezionali, un considerevole apporto di materiale solido nel corso d'acqua principale.

L'asta principale del Torrente Premerlano, nella sua parte montana, presenta tratti infossati e limitati settori sovralluvionati. Il tratto cittadino, invece, ha andamento rettilineo fino al passaggio sotto la ferrovia Lecco-Bergamo ed è interessato da opere di regimazione idraulica, in particolare arginature, salti di fondo e tubature in corrispondenza della Via Pomarolo.

- **Torrente Carpine**

Il Carpine può essere definito un torrente (Marzolo, 1963) in quanto presenta un bacino idrografico di modeste dimensioni, una notevole pendenza del fondo alveo che determina una velocità elevata dell'acqua (corrente veloce), portate contenute ma rapidamente variabili con eventi di piena avvenuti portate al colmo elevate e di durata contenute, con trasporto di materiale solido anche di grosse dimensioni.

Il Carpine presenta caratteristiche di torrente di tipo "montano" e "medio vallivo"; il tratto montano si estende all'incirca da quota 224 m s.l.m., sino ai limiti sommitali del bacino idrografico sotteso ed è caratterizzato da pendenze più elevate, sezione fluviale stretta e profonda, materiale solido in alveo con dimensioni decimetriche ed anche metriche.

Il tratto medio vallivo si estende dallo sbocco del torrente nella parte pianeggiante, quota 224 m s.l.m., sino alla confluenza nel fiume Adda a quota 197 m s.l.m. e presenta un alveo poco inciso, in alcuni tratti ampio. Rispetto al tratto montano diminuiscono mediamente la pendenza e le dimensioni dei clasti del materiale solido trasportato. Il tratto cittadino presenta invece un andamento interamente interessato da opere di regimazione idraulica, in particolare arginature, salti di fondo.



- **Torrente Ovrena**

Bacino marginale compreso nella zona montana del comune di Calolziocorte, costituito da una serie d'aste secondarie e terziarie, leggermente incise, le quali risultano attive soltanto in caso di piovosità prolungate e intensa.

Per eventuali approfondimenti relativi alle problematiche inerenti il reticolo idrico minore, si rimanda allo specifico studio.

5. IDROGEOLOGIA

5.1 CARATTERI GENERALI DELL'AREA

L'idrogeologia del territorio oggetto di indagine è strettamente correlata alle caratteristiche litologiche delle formazioni presenti nella zona, alla geologia strutturale dell'area e alle giaciture degli strati.

Attraverso l'esame dei settori con permeabilità più elevata, è quindi possibile definire le aree in cui avviene l'infiltrazione delle acque superficiali e la ricarica degli acquiferi, ma solo l'analisi delle strutture idrogeologiche permette di comprendere i meccanismi di circolazione delle acque sotterranee e l'entità delle risorse idriche disponibili.

Le principali strutture idrogeologiche presenti nel territorio comunale sono legate al massiccio carbonatico affiorante nei pressi del monte Tesoro – Colle di Sogno: la parte medio-sommitale di tale complesso è, infatti, costituita da litologie con buona permeabilità, che costituiscono la zona di ricarica principale (Maiolica, Calcare di Domaro).

La restante zona montuosa del territorio comunale è invece interessata da litologie poco permeabili, appartenenti alla successione rovesciata della Flessura Marginale precedentemente descritta (Flysch di Pontida, Rosso Ammonitico, Selcifero Lombardo). Esse appaiono intensamente deformate dalla presenza di una sinclinale rovescia con asse passante a quota 350-400 m s.l.m.

Proprio a tale elemento strutturale e quindi all'esistenza di fratturazione profonda, sono legate le emergenze delle più importanti sorgenti comunali; queste ultime, tuttavia, sono caratterizzate da portate ridotte e sono alimentate dai depositi superficiali situati a monte delle stesse. Di seguito, si elencano le caratteristiche delle principali sorgenti individuate:

NOME	QUOTA S.L.M.	PORTATA (min. – max.)	USO
Moioli	453 m s.l.m.	28.80 l/s	idropotabile
Scarpacò (comune di Carenno)	550 m s.l.m.	7.2 – 50.4 l/s	idropotabile
Rigolo	490 m s.l.m.	2 – 7.2 l/s	idropotabile

Tabella 1 Sintesi delle sorgenti comunali (fonte: PEC 2010)

Di seguito descriviamo in sintesi le varie unità idrogeologiche presenti:

- **Substrato roccioso con permeabilità secondaria da media ad elevata:** composto da rocce calcaree stratificate ad elevata permeabilità secondaria (per fratturazione), con locale presenza di condotti di natura carsica (Maiolica, Calcare di Domaro).
- **Substrato roccioso a permeabilità variabile (valori medio-bassi):** costituito principalmente da rocce di natura flyschoidi, con permeabilità variabile. I principali fattori che influenzano la permeabilità sono l'alternanza di strati a differente litologia, il loro spessore ed orientazione (Flysch di Pontida, Rosso Ammonitico, Selcifero Lombardo). Tali formazioni hanno generalmente una permeabilità anisotropa: permeabilità ridotta perpendicolarmente alla stratificazione (a causa dei frequenti interstrati di materiale pelitico-marnoso); permeabilità media parallelamente alla stratificazione (flusso all'interno di fratture presenti nei calcari o nelle arenarie). In letteratura, tali formazioni vengono considerate poco permeabili dal momento che le fratture interstrato tendono ad essere colmate da materiale fine proveniente dagli orizzonti pelitici.
- **Terreni con permeabilità medio-alta, ospitanti falda permanente:** costituiti dai depositi di conoide che caratterizzano il settore pianeggiante del territorio comunale
- **Terreni con permeabilità medio-alta di spessore medio ridotto, non ospitanti falda permanente:** annovera tutti i depositi di versante o le alluvioni antiche terrazzate, che possiedono spessori limitati o non ospitano in modo permanente una falda.
- **Terreni con permeabilità medio-bassa:** fanno parte di questa classe i depositi glaciali, che ricoprono con spessori disomogenei il substrato roccioso flyschoidi.
- **Terreni poco permeabili o impermeabili:** comprendono principalmente i depositi lacustri con granulometrie fini (limi ed argille), ubicate nel settore sud-occidentale del comune. L'evidenza principale di bassa permeabilità è data dalla locale esistenza di zone paludose con ampi ristagni, accompagnata talvolta da vegetazione palustre.

5.2 OPERE DI CAPTAZIONE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE

In base alle informazioni rese disponibili dagli uffici comunali e dai database regionali e provinciali si è ricostruita la situazione relativa alla presenza di opere di captazione presenti nel territorio comunale.

Nell'ambito del territorio comunale, è presente un c.d. *pozzo triplo*, situato nella parte medio-apicale della conoide del torrente Gallavesa in via Cavour e, per esigenze di servizio, è costituito nel

complesso da nr. 3 pozzi aventi una profondità di circa 50 m; tali opere di captazione sono ubicate all'interno di un fabbricato e distano tra di loro alcuni metri (al massimo 12 m).

I pozzi sono gestiti dalla società Lario Reti Holding e sono codificati come segue:

denominazione	Codice captazione	Portata minima (l/s)	Portata massima (l/s)	Anno entrata in esercizio
pozzo Cavour 1	0970130001	70	70	1959
pozzo Cavour 2	0970130002	70	70	1962
pozzo Cavour 3	0970130003	70	70	1975

L'ubicazione e la stratigrafia dei pozzi, fa ritenere che gran parte dell'acqua emunta provenga da monte, creando così un cono di depressione asimmetrico molto più sviluppato verso monte.

Per determinare le caratteristiche principali dell'acquifero, oltre ad analizzare la stratigrafia dei pozzi in esame, sono stati reperiti in letteratura gli esiti di alcuni rilievi piezometrici e di una prova di pompaggio svolte nel febbraio 2000 nei pozzi Cavour che si ritengono significativi al fine di stimare, tra gli altri, il coefficiente di permeabilità dell'acquifero.

- Livello statico: 17.3 m dal p.c. pari ad una quota piezometrica di 196.5 m s.l.m
- Livello dinamico: 17.8 m dal p.c. pari ad una quota piezometrica di 196 m s.l.m

Le risultanze delle prove di pompaggio sono state altresì utilizzate per perimetrare la zona di rispetto della *centrale Cavour* applicando il metodo cronologico, anche a titolo di confronto con la delimitazione geometrica vigente; nello specifico negli studi reperiti è stato applicato il metodo di Wyssling, il quale ha permesso di determinare una zona di rispetto con una geometria nettamente differente dal criterio geometrico, allungata soprattutto verso monte (idrogeologicamente).

Infatti, è stata definita una zona di rispetto avente raggio di influenza sopra gradiente (a monte) di circa 400m e raggio di influenza sotto gradiente (a valle) di circa 30 m; considerando l'involuppo dei pozzi la fascia di rispetto complessiva è delineabile come un ellissoide deformato a monte, avente le seguenti dimensioni:

- max estensione a monte: 400 m dal baricentro dei pozzi;
- max estensione a valle: 30 m dal baricentro dei pozzi;
- max estensione laterale: 150 m dal baricentro dei pozzi.



I dati utilizzati per ottenere la delimitazione di tale zona (di seguito riportati) sono stati mediati tra le prove effettuate direttamente in situ e i dati storici del pozzo; tali dati possono dunque essere ritenuti caratteristici dell'acquifero capatato:

- spessore acquifero attraversato dal pozzo (q l.s. - q. fondo pozzo): 30,5 m;
- permeabilità acquifero: $5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$;
- gradiente idraulico: 0,005 (5 per mille);
- porosità efficace: 0,35;
- portata di esercizio del pozzo: $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$;
- escursione tra livello statico e dinamico: circa 50-55 cm.



5.3 ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

Nel comune di Calolziocorte si ha la presenza di una falda libera contenuta all'interno dei depositi della piana alluvionale litoranea sulla quale sorge la gran parte dell'abitato; tale falda è alimentata dalla circolazione idrica superficiale e sotterranea del massiccio facente capo al monte Tesoro-Colle di Sogno il quale, costituisce un grande serbatoio idrico che, per cause geologico-strutturali, restituisce solo un piccolo quantitativo della propria circolazione idrica ai depositi superficiali litoranei.

A causa della insufficienza di dati distribuiti nel territorio non è sostanzialmente possibile ricostruire l'andamento completo delle linee isopiezometriche sull'intero territorio; ci si è limitati ad una ricostruzione locale, nel settore dei pozzi comunali, recependo le ricostruzioni piezometriche riportate dai precedenti studi condotti a scala comunale. Da quanto riportato negli studi sopra citati, si può dunque ipotizzare un livello di falda libera inclinato da monte verso valle, immergente verso il lago, con direzione principale NE-SO, localmente influenzato dal torrente Gallavesa e subordinatamente dal Serta che svolgono un ruolo di alimentazione della falda, in quanto le quote di fondo alveo sono di norma superiori a quelle della superficie piezometrica.

Le quote piezometriche riportate, in accordo con quelle più recenti rese disponibili da Lario Reti Holding, risultano all'incirca comprese tra valori massimi di 198 m s.l.m. nel settore posto a monte della centrale di pompaggio e valori minimi di 194 m s.l.m. nel settore pianeggiante posto in fregio al fiume Adda.

Considerando inoltre l'elevata permeabilità media dei depositi superficiali, all'interno dei quali solo saltuariamente sono segnalati orizzonti limosi poco permeabili e la limitata soggiacenza della falda libera in essi contenuta (nell'ordine di -17 m circa dal p.c.), si può attribuire un grado di vulnerabilità elevato.

5.4 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Lo studio delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee captate a servizio del civico acquedotto comunale (pozzi Via Cavour e Sorgente Moioli), è stato condotto sulla base delle analisi svolte da Lario Reti Holding S.p.A., società Gestore del Servizio Idrico Integrato della Provincia di Lecco.

La caratterizzazione idrochimica può consentire, in linea generale, una valutazione dello stato di qualità delle acque sotterranee, anche in relazione all'uso, evidenziando i rapporti eventualmente intercorrenti tra le diverse falde presenti e tra queste ultime e i corsi d'acqua superficiali; di seguito, sono riassunti i risultati di analisi sullo stato delle acque svolte da Lario Reti Holding S.p.A..

Tabella 2 Sintesi delle analisi chimiche delle acque captate a Calolziocorte (fonte: Lario Reti Holding S.p.a., 2018)

DENOMINAZIONE	DATA	Conducibilità a 20°C	Odore	Ammonio	Fluoruri
Pozzo Cavour 1	10/01/2018	380	Assente	< 0,1	< 0,15
Pozzo Cavour 2	22/01/2018	441	Assente	< 0,1	0,23
Pozzo Cavour 3	10/01/2018	397	Assente	< 0,1	< 0,15
Sorgente Moioli	07/05/2018	399	Assente	< 0,1	< 0,15

DENOMINAZIONE	Cloruri	Nitrati	Solfati	Batteri coliformi a 37°C	Escherichia Coli
Pozzo Cavour 1	5,6	12,9	17,9	< 1	< 1
Pozzo Cavour 2	6,5	13	48,5	< 1	< 1
Pozzo Cavour 3	6	11,8	36,1	< 1	< 1
Sorgente Moioli	4,6	9,2	9,5	< 1	< 1

5.5 PERMEABILITÀ SUPERFICIALE

Nella Tavola 3 si forniscono una serie di indicazioni sulla permeabilità superficiale dei depositi e del substrato presenti nel territorio comunale, nel quale sono presenti termini con caratteristiche molto variabili.

I valori più elevati di permeabilità caratterizzano i settori NE e SE del territorio, in corrispondenza degli affioramenti delle *formazioni del substrato* Calcare di Domaro e Maiolica, caratterizzati da permeabilità secondaria con presenza di condotti carsici.

Valori di permeabilità medio-alta si riscontrano in corrispondenza dei *depositi di conoide* che occupano l'intera fascia urbana di Calolziocorte, con acclività medio-bassa e sede della falda libera permanente, oltre che dei *depositi di versante* ubicati nella fascia nord-orientale del Comune.

Valori di permeabilità variabili si registrano invece laddove affiora il *substrato del Flysch di Pontida, Selcifero e Rosso Ammonitico* nella fascia montuosa del territorio comunale; in corrispondenza di quest'ultima sono presenti valori medio-bassi di permeabilità in corrispondenza dei *depositi glaciali*, affioranti nella fascia acclive soprastante l'abitato di Calolziocorte.

I valori più bassi di permeabilità nel territorio comunale si riscontrano in corrispondenza dell'affioramento dei depositi lacustri presenti in fregio alle sponde del Lago di Olginate e del Fiume Adda.

5.6 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO

Con il termine di "vulnerabilità" degli acquiferi all'inquinamento si intende, secondo le più recenti definizioni (Civita, 1987), "la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo".

Nella valutazione del grado di vulnerabilità hanno peso preponderante la litologia e la struttura del sistema idrogeologico, la presenza e la natura di una copertura a bassa permeabilità, la soggiacenza della superficie piezometrica e la posizione della falda nei confronti di acque superficiali.

Nell'ambito di contesti notevolmente antropizzati, quale il settore sub-pianeggiante in sponda idrografica sinistra del Fiume Adda su cui sorge l'abitato di Calolziocorte, risulta inoltre necessario prendere in considerazione la pressione esercitata sull'ambiente dalle attività già in essere che sono in grado di modificare sostanzialmente il quadro che emergerebbe da valutazioni operate unicamente sulla base dei fattori naturali.



La definizione del grado di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento deve perciò scaturire dalla lettura incrociata dai dati relativi alla "vulnerabilità intrinseca" con quelli riferiti ai "fattori antropici".

Va posto in evidenza che sia la caratterizzazione dei differenti utilizzi del suolo, a cui sono associate possibili contaminazioni, sia l'individuazione di "centri di pericolo" potenzialmente pericolosi per le acque sotterranee è finalizzata alla valutazione della compatibilità rispetto alla presenza delle opere di captazione ad uso idropotabile e alle rispettive aree di salvaguardia.

5.6.1 Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento

L'elaborazione di questo tema di analisi è stata approntata facendo riferimento ai criteri di realizzazione delle Carte di vulnerabilità messi a punto dal CNR - GNDI (Civita, 1990) e tende a rappresentare in modo specifico il grado di protezione delle risorse idriche sotterranee al fine di preservare sia i punti di captazione che gli acquiferi; nella valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca di un acquifero sono stati individuati i seguenti fattori principali:

- tempo di transito dell'acqua e di un eventuale inquinante fluido attraverso il mezzo non saturo sino a raggiungere la superficie della falda;
- dinamica del deflusso idrico sotterraneo e di un eventuale inquinante nel mezzo saturo
- capacità di attenuazione dell'impatto delle sostanze inquinanti del mezzo non saturo.

Nell'ambito del territorio comunale di Calolziocorte, gli unici parametri che consentono una effettiva discriminazione tra settori a differente vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono rappresentati dalle differenti caratteristiche di permeabilità possedute dai depositi superficiali o dal substrato e dalla soggiacenza dell'acquifero principale.

Già nel precedente studio geologico, al conoide non attivo su cui è ubicato il centro abitato, è stata attribuito un grado di alta vulnerabilità idrogeologica per "la presenza di depositi superficiali caratterizzati da permeabilità elevata e con scarsa presenza di livelli impermeabili continui a protezione dell'acquifero sottostante"; tale attribuzione è stata confermata anche nel presente studio cinsiderando che i depositi di conoide risultano essere costituiti principalmente da una litologia sabbioso-ghiaiosa e che la soggiacenza della falda in tale zona si attesta intorno ai 17 m di profondità.

6. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Una completa pianificazione territoriale comprende anche l'osservazione e l'analisi del clima che caratterizza la regione. Molteplici sono infatti gli aspetti ambientali influenzati dalle condizioni stagionali. Ricordiamo la dinamica morfologica del territorio, l'idrografia superficiale, l'alimentazione delle falde acquifere sotterranee, la pedogenesi.

I corsi d'acqua a regime torrentizio riflettono in modo evidente la quantità delle piogge giunte al suolo, alternando portate di magra durante i mesi più secchi a periodi di piena durante i mesi più piovosi.

Si hanno poi numerosi algoritmi che consentono il calcolo del tasso di erosione annuo del suolo, del deflusso superficiale dei corpi idrici superficiali e il tasso di infiltrazione d'acqua nel sottosuolo. La base per queste formule empiriche è la conoscenza di parametri quali la temperatura dell'aria, la quantità e la tipologia delle precipitazioni.

Questi dati si ricavano dalla consultazione delle serie storiche delle stazioni meteorologiche. Si tratta di strutture attrezzate con pluviografi, termografi, igrometri e anemometri. L'insieme di queste informazioni viene elaborato per via statistica ottenendo indicazioni sul clima del comprensorio tanto più attendibili quanto maggiore è stato il periodo di osservazione della stazione meteorologica.

Vari autori hanno sintetizzato le serie delle stazioni presenti nel territorio provinciale ed alle loro pubblicazioni si è fatto riferimento nella stesura del presente paragrafo.

Dall'interpolazione dei dati provenienti da varie stazioni presenti nella zona è stato quindi possibile avere i valori di diversi indici del clima validi per il territorio di Calolziocorte.

6.1 TEMPERATURA DELL'ARIA

Per il dato relativo alla temperatura media dell'aria si è fatto riferimento ai dati disponibili della vicina stazione di Garlate (anno 2017).

La carta delle temperature medie relative al periodo di Gennaio 2017 indica un valore minimo intorno a -1.5°C ed un valore massimo intorno ai 5.4°C . Dai dati disponibili, ricaviamo che la temperatura media dell'aria nel mese più caldo sia di 22.3°C (Luglio 2017).

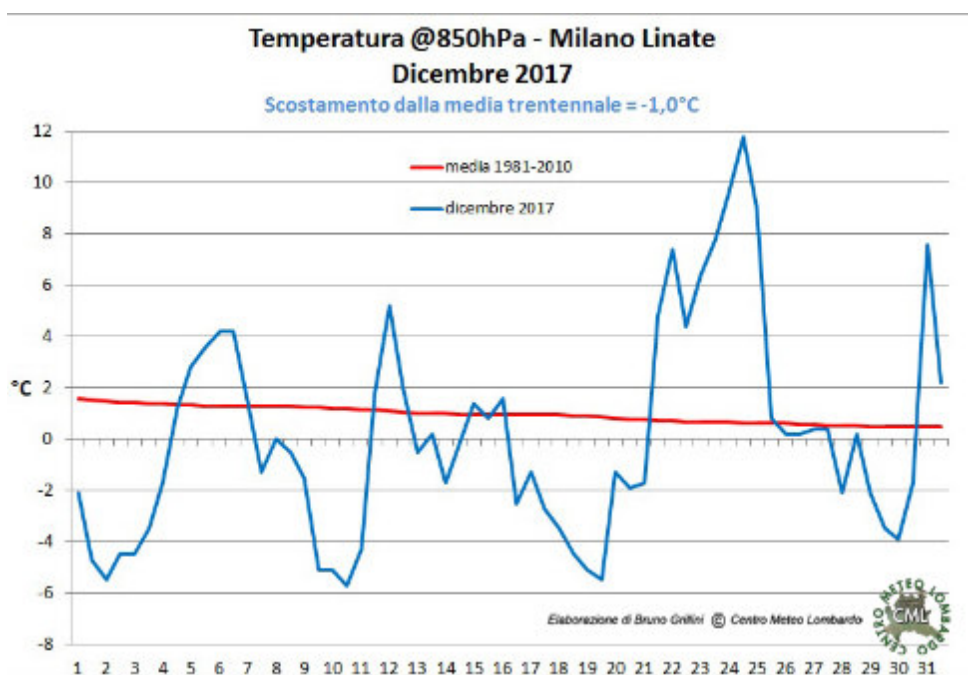


Figura 1: Temperatura ad 850 hPa e confronto con la media trentennale 1981-2010. (FONTE: www.weather.uwyo.edu - Elaborazione di Bruno Grillini). Il grafico mette in evidenza gli scambi di calore in bassa troposfera, con ripercussioni poi sulla temperatura media al suolo nel corso del mese.

Secondo la definizione del clima di Mori (1975), il clima può essere quindi considerato di *tipo continentale* essendo l'escursione termica maggiore di 20°C. In figura si riporta il grafico delle temperature media mensile presso la stazione di Milano Linate, significativa anche per il territorio comunale oggetto della presente indagine per la sostanziale omogeneità delle condizioni geomorfologiche.

Durante il mese di dicembre, facendo riferimento alla ultima stazione citata, si hanno 20 giorni in cui la temperatura dell'aria non supera gli 0°C. Secondo Belloni (1975), i giorni di gelo, quelli con temperatura minima uguale od inferiore a 0°C sono di media 58 e si concentrano, appunto, nei mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio.

6.2 PRECIPITAZIONI

Per quanto concerne il quantitativo delle precipitazioni meteoriche si sono utilizzati i dati indicati nell'attestato del territorio relativo al territorio comunale.

Le precipitazioni medie annue ammontano a 1359 mm/anno, con variazioni comprese tra 872 e 2169 mm/anno; dal punto di vista delle variazioni stagionali si possono osservare due massimi (aprile-maggio e ottobre-novembre) e due minimi (luglio-agosto e gennaio-febbraio) di precipitazioni nel corso dell'anno. Il regime pluviometrico è quindi ascrivibile a quello *sublitoraneo alpino* (Ottone e Rossetti, 1980).

6.3 EVAPOTRASPIRAZIONE

Si tratta della quantità d'acqua che dalla fase liquida passa a quella aeriforme per evaporazione e traspirazione delle piante. Non sono disponibili dati ricavati da misurazioni dirette mediante evaporimetri. Facciamo quindi riferimento ad analisi indirette mediante formule empiriche come quella di Turc:

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 - \frac{P^2}{L^2}}}$$

ove l'evapotraspirazione E è espressa in millimetri, P è l'altezza media annua delle precipitazioni anch'essa espressa in millimetri ed L un dato funzione della T° media annua. Per il territorio di Calolziocorte l'evapotraspirazione vale intorno ai 650 mm.

6.4 IL VENTO

Il vento è un fattore naturale determinante per l'evoluzione del clima sia a scala macroregionale che a livello locale.

Le stazioni meteorologiche meglio attrezzate sono quindi dotate di uno strumento, l'anemografo, che registra direzione, durata e velocità del vento. La direzione è riferita agli otto raggi principali del quadrante della bussola e la provenienza viene indicata per convenzione con la denominazione del punto cardinale dal quale spira il vento. Se l'osservazione dà luogo ad una misura inferiore ai 2 nodi il risultato viene considerato come "calma".

Per quanto concerne i valori di velocità media annua del vento a Calolziocorte, si sono utilizzati i dati indicati nell'attestato del territorio relativo al territorio comunale (anno 2018).

TIPOLOGIA DI VENTO	VELOCITA' MEDIA ANNUA (m/s)
vento a quota 50 m	2,47
Vento a quota 75 m	2,72
Vento a quota 100 m	2,92

Tabella 3 Tipologia di vento e velocità media annua (fonte: Attestato del Territorio)

7. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Ai sensi dei criteri attuativi della D.G.R. IX/2616/2011 si è provveduto ad un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Calolziocorte che anche ai sensi della citata riclassificazione sismica dei comuni lombardi (D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129), ricade in zona sismica 3, vale a dire con il valore di a_g (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli rigidi – tipo A) fissato tra 0,05 e 0,15 g che caratterizza le condizioni sismiche di base.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche locali possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Gli effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e, pertanto, gli studi sono in primo luogo finalizzati all'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area sulla base delle distinzioni descritte nella *Tabella 1 dell'Allegato 5* della suddetta d.g.r. 2616/2011.

In particolare, si possono distinguere due grandi gruppi di effetti locali:

- effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessa i terreni che mostrano un comportamento stabile rispetto alle sollecitazioni sismiche con effetti rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un "terremoto di riferimento" relativo ad una formazione rocciosa ("bedrock") può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, come conseguenza dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali;

- effetti di instabilità: interessano i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile rispetto a sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture.

Nella prima tipologia di effetti descritti sono compresi gli effetti di amplificazione topografica, legati ad esempio alla presenza di creste del rilievo morfologico e gli effetti di amplificazione litologica dovuti a geometrie anomale sepolte (corpi lenticolari, chiusure laterali) o a irregolarità strutturali (ad esempio gradini di faglia).

Gli effetti di instabilità sono, invece, determinati da quei terreni che dimostrano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche, che possono quindi portare a collassi incompatibili con la stabilità delle strutture.

Tali effetti possono verificarsi, ad esempio, in corrispondenza di versanti ad equilibrio precario, o in caso di terreni con scadenti caratteristiche meccaniche.



Gli studi per distinguere le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sulla tipologia dei terreni e delle rocce presenti nel sito considerato.

7.1 QUADRO NORMATIVO

A partire dal 10 Aprile 2016, in Regione Lombardia è diventata efficace la nuova zonazione sismica come prevista dalla D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129 *“Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”* e L.R. n. 33 del 12/10/2015 *“Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”*; inoltre, in data 30 Marzo 2016 la Giunta Regionale ha approvato la D.G.R. n. X/5001 *“Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)”*.

Il termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi è inizialmente stato differito al 14 Ottobre 2015 con D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. X/2489 *“Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”* al fine di permettere l'allineamento della nuova zonazione con le nuove disposizioni regionali inerenti le procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie finalizzate alla prevenzione del rischio sismico, allora in corso di definizione.

Tuttavia, nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica vi era già specificato che nei Comuni che sarebbero stati riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni - pubbliche e private – avrebbero dovuto essere redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.

Con successiva D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. X/4144 *“Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”*, la Giunta Regionale ha provveduto a prorogare il differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, stabilendo appunto che l'entrata in vigore avvenisse in data 10 aprile 2016; tale proroga ha permesso di allineare la nuova zonazione con la L.R. 12 ottobre 2015, n. 33, ribadendo le more già previste nel precedente differimento.

Inoltre, la L.R. n. 33/2015 ha aggiornato la normativa sulle costruzioni in zona sismica adeguandola al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo Unico in materia Edilizia) e alla recente giurisprudenza costituzionale, trasferendo ai comuni, singoli o associati, le funzioni in materia sismica, che, in base al



suddetto D.P.R., erano di competenza regionale. Le nuove norme si applicano ai lavori di cui all'art. 93, comma 1, del D.P.R. 380/2001 ("costruzioni, riparazioni e sopraelevazioni"), relativi a opere pubbliche o private localizzate nelle zone dichiarate sismiche, comprese le varianti influenti sulla struttura che introducano modifiche tali da rendere l'opera stessa, in tutto o in parte, strutturalmente diversa dall'originale o che siano in grado di incidere sul comportamento sismico complessivo della stessa.

Le novità immediate introdotte dalla L.R. n. 33/2015 e dalla D.g.r. X/5001/2016 sono:

- trasferimento ai comuni delle competenze in materia di opere o costruzioni e vigilanza in zone sismiche, per le opere ricadenti sul loro territorio;
- per i comuni in zona sismica 2 (alta sismicità), obbligo dell'autorizzazione preventiva all'avvio dei lavori;
- per i comuni in zona 3 e 4 (sismicità bassa e molto bassa), obbligo del *deposito* della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori;
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività;
- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

7.2 METODOLOGIA DI ANALISI SISMICA

Ai sensi dei criteri attuativi della D.G.R. IX/2616/2011 si è provveduto ad un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Calolziocorte che, ai sensi della citata riclassificazione sismica dei comuni lombardi (D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129), è passato dalla zona sismica 4 alla zona sismica 3, vale a dire con il valore di a_g (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli rigidi – tipo A) fissato in 0,15 g che caratterizza le condizioni sismiche di base.

Coerentemente con la normativa vigente in materia sismica, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari sismici individuati nel territorio comunale, che di seguito verranno descritti nel dettaglio, la metodologia proposta dalla Regione Lombardia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio nel seguente ordine crescente:

- il *primo livello di approfondimento* è obbligatorio, in fase di redazione della componente geologica del P.G.T. (*fase pianificatoria*), su tutto il territorio comunale e consiste nel riconoscimento di aree a diversa capacità di risposta nei confronti della sismicità e nella redazione della cartografia di pericolosità sismica locale, sulla base sia delle osservazioni geologiche (cartografia di inqua-



drammento) sia dei dati esistenti, pertanto delle litologie e delle situazioni morfologiche definite nel rilievo geologico di superficie.

Nell'ambito del presente studio, il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica in base a osservazioni geologiche e dati esistenti ha condotto alla elaborazione della *"Carta della pericolosità sismica locale"* (cfr. Tavola 4 allegata al presente studio) con distinzione dei settori areali o lineari in base agli scenari descritti nella Tabella 1 – Allegato 5 di seguito riportata.

- il secondo livello di approfondimento è obbligatorio, in fase di redazione della componente geologica del P.G.T. (fase pianificatoria), per i comuni come Calolziocorte che ricadono in zona sismica 3, nelle zone PSL individuate nell'ambito del primo livello di approfondimento suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con urbanizzato e urbanizzabile (ossia con le aree di espansione urbanistica), ad esclusione delle aree già inedificabili. Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti o liquefazioni (zone Z1 e Z2, vedi oltre) non è invece prevista la redazione di studi di secondo livello, in quanto è necessaria l'applicazione diretta del terzo livello.
- Il terzo livello di approfondimento, che permette la definizione degli effetti di amplificazione mediante la realizzazione di indagini e analisi più approfondite, è obbligatorio in fase di progettazione, nelle aree ricadenti negli scenari di PSL Z3 e Z4 indagate con il 2° livello, quando il fattore di amplificazione calcolato risulti maggiore del valore soglia comunale, dimostrando quindi l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale. È parimenti obbligatorio per tutte le tipologie di edifici in presenza di aree suscettibili di effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (zone Z1 e Z2).

Si ricorda, infine, che lo scenario relativo alle zone Z5 (zona di contatto stratigrafico o tettonico, esclude la possibilità di edificazione a cavallo dei litotipi o dei contatti tettonici individuati, a meno che, in fase progettuale, si operi in modo da rendere omogeneo il terreno di fondazione. In caso di impossibilità ad ottenere questa condizione, dovranno essere previsti accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

Infine, qualora si verificasse la sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale, si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Di seguito si riporta lo schema di sintesi degli adempimenti e delle tempistiche in funzione dell'appartenenza del territorio comunale di Calolziocorte alla **zona sismica 3** (§1.4.4 della D.g.r. IX/2616/2011):



LIVELLI DI APPROFONDIMENTO E FASI DI APPLICAZIONE			
	1 ^a livello fase pianificatoria	2 ^a livello fase pianificatoria	3 ^a livello fase progettuale
Zona sismica 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^a livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; • Nelle zona PSL Z1 e Z2

Tabella 4 Livelli di approfondimento e fasi di applicazione (fonte: §1.4.4 della D.g.r. IX/2616/2011)

7.2.1 Primo livello di approfondimento - PSL

Nella redazione del presente studio sono state seguite le procedure contenute nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011 che hanno aggiornato quanto contenuto nell'Allegato 5 della D.G.R. VIII/1566/2005, effettuando l'analisi di 1° livello consistente in un approccio di tipo qualitativo che ha dato luogo alla realizzazione della *"Carta della Pericolosità Sismica Locale"* (cfr. Tavola 4) ottenuta a partire dai dati di base contenuti nella cartografia di inquadramento.

Di seguito si riporta la tabella tratta dall'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011, nella quale sono indicati i possibili scenari di pericolosità sismica locale previsti dalla normativa vigente.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITÀ 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)	



Sigla	SCENARIO PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	EFFETTI
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

Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale sono state delimitate le zone individuate dalla Tabella presentata sopra, definendo diversi scenari di pericolosità sismica locale che sono suscettibili di comportamenti differenti da quelli stabiliti in via generale, a causa della loro specifica costituzione litologica e morfologica. L'applicazione del primo livello di studio ha, infatti, consentito la realizzazione della suddetta tavola che è stata costruita in base alle osservazioni geologiche dedotte in letteratura integrate da valutazioni e rilievi di superficie effettuati nell'ambito del presente studio.

Nell'ambito del comune di Calolziocorte sono state riconosciute le seguenti situazioni:

SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI POTENZIALI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana	
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 cucuzzolo	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Nella normativa sismica (*Piano delle Regole*) sono riportate le prescrizioni relative agli scenari individuati.



7.2.2 Secondo livello di approfondimento

Come anticipato, il secondo livello di approfondimento consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, fornendo la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di amplificazione (Fa).

Pertanto, l'applicazione di tale livello consente di individuare eventuali aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare edifici e infrastrutture dagli effetti attesi di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale riportato in apposite tabelle fornite dalla Regione Lombardia e calcolate dal Politecnico di Milano). Come anticipato, in tal caso si dovrà procedere con le indagini e l'applicazione del terzo livello di approfondimento oppure, in alternativa, utilizzando lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, secondo lo schema fornito al paragrafo 1.4.3 *“Analisi della sismicità del territorio e carta della pericolosità sismica locale”* della vigente D.G.R. IX/2616/2011.

Nel caso specifico del Comune di Calolziocorte non è stata effettuata alcuna indagine sismica specifica in sito (mediante metodologia MASW).



8. CARTA DEI VINCOLI

Sono state prese in esame le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati di contenuto prettamente geologico (cfr. Tavola 5).

8.1 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

L'esigenza di difendere dall'inquinamento le acque sotterranee in prossimità delle opere di captazione, impone la definizione di "aree di salvaguardia" nelle quali sono applicati vincoli e limitazioni d'uso del territorio, concepiti allo scopo di assicurare nel tempo un approvvigionamento idrico potabile compatibile con le leggi e gli standard sanitari vigenti.

In particolare la difesa dagli inquinamenti in aree notevolmente antropizzate deve privilegiare la tutela delle opere di captazione degli acquedotti e del territorio circostante da effettuarsi mediante un accurato controllo della qualità delle acque sotterranee e degli insediamenti pericolosi potenzialmente fonti di contaminazione.

Tale difesa si attua secondo tre criteri principali:

- la delimitazione di aree nelle quali risultano proibite e/o regolamentate le attività pericolose, da attuarsi in modo da non gravare eccessivamente nei confronti dello sviluppo industriale e urbanistico del territorio;
- la stesura di norme e vincoli a cui attenersi all'interno di queste aree in modo da rendere possibile una gestione in condizioni di sicurezza delle acque sotterranee (la cosiddetta "protezione statica");
- la predisposizione di una rete di monitoraggio locale della qualità delle acque sotterranee in afflusso ai pozzi e l'organizzazione della tipologia e della frequenza delle analisi da effettuare (la cosiddetta "protezione dinamica").

La normativa statale vigente a cui riferirsi è il D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che ha abrogato il Dlgs 11 maggio 1999 n. 152 modificato e integrato dal Dlgs 18 agosto 2000 n. 258 in base ai quali la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano era stato scorporato dal D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236 che introdusse nella normativa nazionale il concetto di zona di rispetto.

Nell'ambito delle aree di salvaguardia si impongono vincoli e limitazioni d'uso per le attività e gli insediamenti al fine di assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano.

In particolare ci si riferisce all'art. 94 del D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che riguarda nel dettaglio le tipologie e le prescrizioni da adottarsi per le diverse tipologie di aree di salvaguardia.



Art. 94. Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.

1. Su proposta delle Autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste caratteristiche di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

2. Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma 1, le Autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione e la tutela della risorsa e per il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.

3. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

4. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.



5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

Si evidenzia inoltre che il Dlgs 152/06 demanda in particolare alle Regioni il compito di disciplinare, all'interno delle zone di rispetto alcune strutture o attività (fognature, edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazioni), in precedenza non ammesse o comunque oggetto di interpretazioni diverse e talora contrastanti in merito all'ammissibilità.

Per quanto riguarda la Regione Lombardia si considera la recente D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693 la quale ha fornito le direttive per la disciplina di alcune attività all'interno delle zone di rispetto quali:

- fognature (punto 3.1 della D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693)
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2)
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio (punto 3.3)
- pratiche agricole (punto 3.4)

In particolare ha disposto che qualora gli interventi interessino aree di rispetto delimitate con criterio geometrico, in assenza di una conoscenza idrogeologica approfondita, si renderà necessario uno studio idrogeologico da valutarsi in sede autorizzativa degli interventi.



I criteri utilizzabili per il dimensionamento delle zone di salvaguardia possono essere di tipo:

- a. geometrico
- b. idrogeologico
- c. temporale

Il criterio "geometrico", è riferito alle zone di tutela assoluta e alle zone di rispetto; poiché di semplice applicazione è compatibile con l'esigenza di stabilire provvedimenti urgenti di tutela delle acque, ma può al contempo penalizzare troppo un'area risultando sovradimensionata rispetto alle reali esigenze di protezione delle falde utilizzate per scopi idropotabili.

Il criterio "idrogeologico" (riservato alle zone di protezione) è fondato sulla protezione dell'intero bacino di alimentazione dell'opera di captazione, risultando pertanto difficilmente applicabile, sia per fattori naturali riconducibili alla complessità della struttura idrogeologica, sia per la presenza di territori già urbanizzati.

Il criterio "temporale", recepito dalla Regione Lombardia con la D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996, dimensiona le zone di rispetto in funzione del tempo impiegato da una particella d'acqua per compiere un determinato percorso ("tempo di sicurezza") attraverso il mezzo saturo fino a raggiungere il punto di captazione.

La Delibera Regionale sopracitata stabilisce che il tempo di sicurezza prescelto dovrà essere pari a 60 giorni, in funzione dell'intervallo di tempo necessario per poter segnalare l'arrivo di un inquinante all'opera di captazione e attivare interventi di risanamento e/o approvvigionamento alternativo.

La normativa Regionale ricalca per buona parte quanto previsto indicato dal Dlgs 152/99 mostrando tuttavia una connotazione idrogeologica più marcata, soprattutto in riferimento all'articolo riguardante la "delimitazione delle aree di salvaguardia" per le quali viene riproposta la suddivisione in zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.

I criteri utilizzabili per la delimitazione della zona di tutela assoluta sono esclusivamente di tipo "geometrico" (estensione di raggio non inferiore a 10 m), mentre per quanto riguarda la zona di rispetto oltre al criterio geometrico (estensione di raggio non inferiore a 200 m) possono essere adottati il criterio "idrogeologico" o "temporale" a seconda che l'acquifero sia o meno protetto; quest'ultima condizione si verifica qualora l'acquifero captato sia idraulicamente separato dalla superficie o da una falda soprastante da corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica aventi uno spessore di almeno una decina di metri e un'adeguata continuità areale.

La delimitazione di tipo "temporale" viene attuata, previa determinazione dei parametri idrogeologici e della velocità di movimento dell'acqua, mediante la ricostruzione della "piezometria dinami-



ca" (in condizioni di regime permanente e con le portate massime di esercizio dei pozzi) e del tracciamento delle linee di flusso e delle linee isocrone.

A scopo cautelativo la normativa prevede di calcolare gli areali vincolati sulla base del tempo impiegato da un inquinante per raggiungere le opere di captazione dall'istante in cui è pervenuto alla superficie della falda, senza considerare il tempo di percolazione verticale relativo al tragitto terreno - superficie piezometrica compiuto nel mezzo insaturo; questa approccio cautelativo è dovuto principalmente alla scarsa conoscenza che si ha dei processi di attenuazione che subisce il carico inquinante nel mezzo "non saturo".

La perimetrazione delle aree di salvaguardia dei pozzi e l'applicazione di una vincolistica che regoli l'uso del territorio, non è d'altronde di per sé sufficiente a garantire il mantenimento nel tempo dello stato qualitativo delle acque afferenti alle opere di captazione, dato che la propagazione di un inquinamento può provenire da zone a monte non vincolate.

Per tale ragione sarebbe opportuno predisporre, attorno alle zone di rispetto, un controllo permanente attuando un sistema di monitoraggio idrochimico che sia in grado di controllare i parametri qualitativi fondamentali consentendo una tempestiva segnalazione degli eventuali episodi di degrado in atto (la cosiddetta "protezione dinamica"); tali interventi potrebbero essere attuati utilizzando pozzi esistenti oppure attraverso la apposita realizzazione di una rete di piezometri di monitoraggio.

La loro funzione è quella di riuscire a intercettare un eventuale flusso idrico sotterraneo inquinato prima che esso possa raggiungere le opere di captazione nel tempo di sicurezza prefissato.

I criteri sopra descritti si applicano sia per i pozzi che per le sorgenti, con alcune differenze per quanto concerne la delimitazione delle fasce di rispetto della seconda tipologia di captazione. Più in dettaglio, la zona di rispetto di una sorgente deve essere costituita da una porzione di cerchio con raggio non inferiore a 200 m con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.

8.1.1 Delimitazione delle zone di rispetto

Le zone di rispetto dei pozzi pubblici ad uso idropotabile e delle sorgenti captate ubicate all'interno o nelle adiacenze del territorio comunale di Calolziocorte attualmente in vigore sono delimitate mediante il criterio geometrico (raggio di 200 m attorno all'opera di captazione).

Attorno ad ogni pozzo sono dunque individuate una zona di tutela assoluta ed una più estesa zona di rispetto.



- **Centrale pompaggio Via Cavour (n. 3 pozzi)**

Il settore ricadente nell'area individuata dall'involuppo delle zone di rispetto tracciate con criterio geometrico, si presenta fortemente antropizzato con destinazioni d'uso diverse, interessato infatti da insediamenti residenziali (Nord e Est), produttivi (Ovest) e da vie di comunicazione ad intenso volume di traffico (Corso Europa) oltre che dalla linea ferroviaria.

Nell'ambito della zona di rispetto, insiste inoltre il tracciato del Torrente Gallavesa.

I pozzi sono ubicati in una zona caratterizzata litologicamente dalla presenza di depositi di conoide, caratterizzati da permeabilità medio-alta.

- **Sorgenti Moioli, Scarpacò e Rigolo**

Le zone di rispetto delle sorgenti sono ubicate in zone a scarsa densità abitativa, a quote comprese tra 450 e 550 m s.l.m.; di conseguenza, rispetto ai pozzi, risultano essere potenzialmente meno suscettibili ad un potenziale inquinamento di derivazione antropica.

Può, infine, risultare utile un confronto tra le zone di rispetto individuate con la presenza di centri di pericolo e con l'uso del suolo in modo da verificare l'esistenza di situazioni di difficile compatibilità con le opere di captazione.

8.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Nella Tavola dei Vincoli sono riportate le fasce di rispetto individuate nell'ambito dello studio sul reticolo idrico minore definito ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e s.m.i. il cui iter di completamento è terminato.

In particolare, è stata attribuita una fascia di rispetto di estensione pari a 10 m per i torrenti Gallavese e Serta (appartenenti al reticolo idrografico principale) e per il torrente Carpine. Ai restanti corsi d'acqua minori ed agli affluenti dei corsi d'acqua sopracitati è stata invece attribuita una fascia di rispetto pari a 4 m.

Si sottolinea che le attività di "polizia idraulica" riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso stesso.

Le limitazioni d'uso all'interno delle fasce di rispetto sono quelle indicate nel Regolamento comunale di polizia idraulica.

8.3 PAI

Nell'elaborato 2 dell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – allegato 4 – Delimitazione delle aree in dissesto", sulle quali sono valide le norme di cui all'art. 9 delle N.d.A. del PAI, nel territorio comunale sono state recepite e cartografate le seguenti aree in dissesto (definite secondo la legenda uniformata al PAI ai sensi della D.G.R. 7-7365 del 11/12/2001):

- frane: aree di frana attiva (Fa), aree di frana quiescente (Fq);
- erosioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio: aree con pericolosità molto elevata limitatamente ai settori di alveo (Ee), aree a pericolosità elevata (Eb), aree a pericolosità media o moderata (Em);
- area di conoide attivo parzialmente protetto (Cp), area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetto (Cn)

È stato inoltre condotto uno studio di dettaglio (riportato in allegato) su alcune aree in fregio al torrente Carpine nel settore pianeggiante di Via Cantelli; in base alle risultanze di tale approfondimento i settori in esame sono stati riclassificati come Ee o Eb ed inseriti in appropriate classi di fattibilità.

- Limite tra la fascia A e la fascia B, limite tra la fascia B e la fascia C e limite esterno della fascia C dove:

- **Fascia A** di deflusso della piena:

è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

- Fascia B di esondazione:

esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento della piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con la riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.

- Fascia C di inondazione per piena catastrofica:

è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

- Aree a rischio idrogeologico molto elevato

Nel settore sud-orientale del Comune di Calolziocorte, al confine col comune di Torre de Busi, è presente la zona di seguito descritta (Art. 49, comma 2, Norme di Attuazione PAI – Titolo IV – Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato):

- **ZONA 1:** area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso.

Nell'ambito di tale zona, le attività consentite e quelle vietate sono disciplinate dalle norme contenute nell'Art. 50 del Titolo IV delle Norme di attuazione del PAI - Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato, per le quali si rimanda alle Norme Geologiche di Piano elaborate contestualmente al presente documento.

Di seguito si riportano integralmente gli Artt. 48 e 49 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

“Titolo IV – Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato

Art. 48. Disciplina per le aree a rischio idrogeologico molto elevato

1. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato, delimitate nella cartografia di cui all'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 del presente Piano, ricomprendono le aree del Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato, denominato anche PS 267, approvato, ai sensi dell'art. 1, comma 1-bis del D.L. 11 giugno 1998, n. 180, convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 1998, n. 267, come mo-



dificato dal D.L. 13 maggio 1999, n. 132, coordinato con la legge di conversione 13 luglio 1999, n. 226, con deliberazione del C.I. n. 14/1999 del 20 ottobre 1999.

Art. 49. Aree a rischio idrogeologico molto elevato

1. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Esse tengono conto sia delle condizioni di rischio attuale sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

2. Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono perimetrate secondo i seguenti criteri di zonizzazione:

- ZONA 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;

- ZONA 2: area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti.

Per i fenomeni di inondazione che interessano i territori di pianura le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono identificate per il reticolo idrografico principale e secondario rispettivamente dalle seguenti zone:

- ZONA B-Pr in corrispondenza della fascia B di progetto dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel Piano stralcio delle Fasce Fluviali e nel PAI: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni;

- ZONA I: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni. Nelle aree di cui ai commi precedenti deve essere predisposto un sistema di monitoraggio finalizzato ad una puntuale definizione e valutazione della pericolosità dei fenomeni di dissesto, all'individuazione dei precursori di evento e dei livelli di allerta al fine della predisposizione dei piani di emergenza, di cui all'art. 1, comma 4, della L. 267/1998, alla verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle opere eventualmente realizzate.

Le limitazioni d'uso del suolo attualmente operanti ai sensi della L. 9 luglio 1908, n. 445 e della L. 30 marzo 1998, n. 61, relative alle aree a rischio idrogeologico molto elevato, rimangono in vigore e non sono soggette alle misure di salvaguardia di cui al presente Piano. ”



8.4 ATTUAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA) – D.G.R. X/6738/2017

Con la recente D.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017, Regione Lombardia ha approvato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (in seguito PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po.

Le disposizioni di cui all'Allegato A della suddetta D.g.r. costituiscono integrazione ai criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT) redatti in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 e approvati con D.G.R. n. IX/2616/2011, nell'ambito dei quali sono definite anche le modalità di attuazione del PAI nel settore urbanistico.

La suddetta D.g.r. X/6738/2017, elaborata in coerenza sia con la normativa PAI già in vigore dal 2001 che con la normativa in materia di urbanistica regionale (L.R. 12/2005, L.R. 31/2014) e relativi criteri attuativi, approva quindi la normativa definitiva da applicare alle aree allagabili individuate dal PGRA.

Il PGRA, approvato con D.P.C.M. 27 Ottobre 2016, ha individuato e delimitato le aree potenzialmente interessate da alluvioni per opera di diversi tipi di corpi idrici quali corsi d'acqua principali, secondari, canali di bonifica e laghi; il Piano ha, inoltre, attribuito un grado di rischio agli elementi sensibili che ricadono entro tali aree, individuato le "Aree a Rischio Significativo (ARS)" e definito le misure finalizzate alla riduzione del rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi.

Le delimitazioni delle aree potenzialmente interessate dalle alluvioni hanno aggiornato e integrato quelle già presenti nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI) che i Comuni hanno recepito nei propri strumenti urbanistici a partire dalla sua approvazione (D.P.C.M. 24 Maggio 2001); in aggiunta, al fine di introdurre una idonea normativa d'uso del territorio sulle nuove aree allagabili, l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha adottato (con Deliberazione n. 5 del 17 Dicembre 2015) una variante alle Norme di Attuazione del PAI, introducendo un nuovo Titolo V contenente "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)"; tale variante è stata adottata in via definitiva dall'Autorità di Bacino in data 07 Dicembre 2016.



Al fine di elaborare la “Carta PAI – PGRA” (cfr. Tavola 8), si è provveduto, alla consultazione e recepimento degli elaborati cartografici rappresentati dalle “Mappe della pericolosità” e “Mappe del rischio di alluvione” indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti, pubblicate sul Geoportale della Regione Lombardia.

Le suddette mappe contengono le delimitazioni delle seguenti aree allagabili per diversi scenari di pericolosità, in particolare:

- la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità:

- aree P1 – L nella cartografia, o aree interessate da alluvione rara;
- aree P2 – M nella cartografia, o aree interessate da alluvione poco frequente;
- aree P3 – H nella cartografia, o aree interessate da alluvione frequente;

- il livello di rischio al quale sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili distinto in 4 classi, come definite dall’Atto di indirizzo di cui al DPCM 29 settembre 1998:

- R1 (rischio moderato o nullo);
- R2 (rischio medio);
- R3 (rischio elevato);
- R4 (rischio molto elevato).

Per quanto concerne le categorie di elementi esposti, la Direttiva 2007/60/CE, il D. Lgs. 49/2010 e gli indirizzi operativi del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare (MATTM) hanno chiesto di classificare come tali i seguenti ambienti: zone urbanizzate (ambito residenziale, produttivo, commerciale), strutture strategiche e sedi di attività collettive (ospedali, scuole, attività turistiche), infrastrutture strategiche principali (vie di comunicazione stradali e ferroviarie, dighe, porti e aeroporti), insediamenti produttivi o impianti tecnologici potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (impianti allegato I D.L. 59/2005, aziende a rischio di incidente rilevante, depuratori, inceneritori, discariche), beni culturali vincolati, aree per l’estrazione delle risorse idropotabili.

8.4.1 Attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) – perimetrazioni presenti nel territorio di Calolziocorte

Come indicato nell'Allegato 2 della D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017, nell'ambito del territorio comunale di Calolziocorte, le aree allagabili riguardano i seguenti ambiti territoriali:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP): questo ambito territoriale è quello interessato dalle aree potenzialmente allagabili del corso del fiume Adda:

Tempi di ritorno associabili alle frequenze previste della Direttiva Alluvioni		
Aree P3 (H-High in carta)	Aree P2 (M-Medium in carta)	Aree P1 (L-Low in carta)
Aree potenzialmente interessate da alluvioni <u>frequenti</u>	Aree potenzialmente interessate da alluvioni <u>poco frequenti</u>	Aree potenzialmente interessate da alluvioni <u>rare</u>
Piena di riferimento: 20 anni	Piena di riferimento: 200 anni	Piena di riferimento: 500 anni

Rispetto alle delimitazioni delle fasce fluviali PAI si può evidenziare, in particolare, un ampliamento delle aree potenzialmente interessate da alluvioni nel settore in sponda idrografica sinistra del fiume Adda posto a sud della località Lavello; le aree P3 riguardano settori comunque privi di insediamenti destinati prevalentemente ad attività agricola, mentre le aree P2 interferiscono in parte con ambiti antropizzati. Si osserva, invece, un restringimento delle aree potenzialmente allagabili rispetto alle fasce fluviali nell'area prativa ubicata a S della Metallurgica Locatelli, nel settore meridionale del territorio comunale.

Inoltre il PGRA individua alcuni ambiti nel settore costiero all'altezza del Lago di Olginate che, pur con alcuni adattamenti dovuti alla diversa scala, introducono alcuni vincoli nell'area a settentrione di località Foppenica.

Occorre specificare come fasce fluviali e aree allagabili non siano sinonimi; mentre i criteri assunti per la definizione delle fasce fluviali sono stati descritti in precedenza, le aree allagabili delimitate nelle mappe di pericolosità del PGRA tengono conto dei seguenti elementi:

- livelli idrici corrispondenti a tre piene di riferimento (10-20 anni per la piena frequente, 100-200 per la piena poco frequente e la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 100 o 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni per la piena rara);
- studi idraulici svolti a livello d'asta o di eventi alluvionali più recenti rispetto agli studi propedeutici al PAI;
- sono state tracciate utilizzando rilievi topografici ad alta precisione, ottenuti con tecnologia Laser Scanning LiDAR – Light Detection And Ranging, che il MATTM ha reso disponibili a partire dal 2008;
- tengono parzialmente conto delle aree sede di possibile riattivazione delle forme fluviali relitte non fossili;



- non tengono conto delle aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e di quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale;
- non contengono un assetto di progetto.

Nei casi in cui, come per il territorio di Calolziocorte, i corsi d'acqua siano già interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, le due distinte perimetrazioni (PAI e PGRA) si sovrappongono tra loro; **pertanto le aree allagabili NON sostituiscono le fasce fluviali** ma rappresentano un aggiornamento e una integrazione della parte di fascia tracciata principalmente in base ai livelli idrici corrispondenti alle tre piene di riferimento considerate, utilizzando rilievi topografici di dettaglio ed aggiornando i livelli di piena e le portate.

Pertanto, fino all'adozione delle specifiche varianti alla scala di asta fluviale che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni restano in vigore considerando che in caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la normativa più restrittiva; al riguardo la normativa prevede le seguenti corrispondenze:

Normativa da applicare – limitazioni e prescrizioni previste per:	
Aree P3 (H-High in carta)	Fascia A delle norme di cui al Titolo II – Norme per le fasce fluviali delle N.d.A. del PAI
Aree P2 (M-Medium in carta)	Fascia B delle norme di cui al Titolo II – Norme per le fasce fluviali delle N.d.A. del PAI
Aree P1 (L-Low in carta)	Art. 31 delle N.d.A. del PAI

- Reticolo secondario collinare montano (RSCM): questo ambito territoriale di riferimento corrisponde alla parte montana e collinare del territorio regionale già oggetto, a seguito dell'approvazione del PAI, all'obbligo di effettuare le verifiche di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI e proporre aggiornamenti all'Elaborato 2 del PAI.

Gli scriventi hanno introdotto in recepimento delle delimitazioni del PGRA e rispetto alle aree già identificate come RSCM nel precedente lavoro, dei poligoni corrispondenti a:

- P1/L: aree già presenti o di nuova individuazione, secondo vincoli PAI, come conoidi attivi protetti (Cn) o aree ad esondazione media o moderata (Em)
- P2/M: aree già presenti o di nuova individuazione, secondo vincoli PAI, come conoidi attivi parzialmente protetti (Cp) o aree ad esondazione elevata (Eb)
- P3/H: alveo del Torrente Gallavesa.



8.4.2 Verifica di dettaglio delle condizioni di pericolosità e rischio locali

Come previsto dalla D.g.r. n. X/6738/2017 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 verificare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali.

In particolare per l'edificato esistente in precedenza non ricadente in fascia A o B ma che si trova ora a ricadere in zone P3/H e P2/M, il Comune competente è tenuto a valutare in dettaglio le condizioni di pericolosità e rischio locali attraverso una nuova analisi un'estensione dell'analisi già svolta, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia. *L'intesa si intende raggiunta se le valutazioni vengono svolte secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011*; per tale valutazione è necessario utilizzare come dati di input tutte le informazioni del PGRA ed in particolare:

- l'Allegato 1 alla Relazione di Piano – Parte A “Schede descrittive delle mappe di pericolosità sul Reticolo Principale (fonti, criteri, livelli di confidenza);
- il Documento “Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale” – Marzo 2016;
- i dati relativi ai rilievi LIDAR disponibili

Nello specifico per il territorio comunale di Calolziocorte, tale valutazione è stata svolta per due settori ubicati a sud del centro abitato in prossimità della sponda idrografica sinistra del Fiume Adda i quali, in base alle delimitazioni del PGRA, ricadono in un'area P2/M. Tali zone ricadono quasi interamente in ambito industriale.

Al riguardo sono stati pertanto recepite le informazioni contenute nei documenti del PGRA sopra citati da cui si sono potute trarre le seguenti indicazioni:



- **Schede descrittive** (stralcio delle pagg. 3 e 4 delle Schede descrittive delle mappe di pericolosità)

Corso d'acqua	Adda sottolacuale	da	lago di Originate
Bacino	Adda	a	confluenza Po
Bacino secondario	Serio	Lunghezza Km	97

Dati disponibili e fonti		Scenari di alluvione		Tempo di ritorno	
Limiti delle aree inondabili	Alluvioni frequenti	☒	20		
	Alluvioni poco frequenti	☒	200		
	Alluvioni rare	☒	500		
Portate e livelli di piena in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	☒	20		
	Alluvioni poco frequenti	☒	200		
	Alluvioni rare	☒	500		
Velocità medie in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	☒	20		
	Alluvioni poco frequenti	☒	200		
	Alluvioni rare	☒	500		

		Studi			
Limiti delle aree inondabili	Alluvioni frequenti	SdF	Evento 2002		
	Alluvioni poco frequenti	SdF	Evento 2002		
	Alluvioni rare	SdF			
Portate e livelli di piena in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	SdF			
	Alluvioni poco frequenti	SdF			
	Alluvioni rare	SdF			
Velocità medie in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	SdF			
	Alluvioni poco frequenti	SdF			
	Alluvioni rare	SdF			

Note su fonti

- SdF - Studio di fattibilità: Studio di fattibilità degli interventi di sistemazione (2004). Contiene analisi idrologica, analisi idraulica con modello monodimensionale di asta con sezioni topografiche appositamente rilevate e delimitazione delle aree inondabili per eventi con TR 20, 200 e 500.

- Evento 2002: perimetrazione delle aree allagate durante l'evento alluvionale del 2002 effettuato da parte di AdBPo

Criteri di rielaborazione dei dati e aggiornamento delle delimitazioni delle aree inondabili

Per gli scenari di piena frequente e poco frequente la delimitazione delle aree inondabili è quella effettuata nello SdF, con alcune revisioni locali. Tali revisioni riguardano la correzione di alcune imprecisioni di tracciamento grafico e l'aggiornamento delle aree allagabili per alluvioni poco frequenti nel tratto in corrispondenza della città di Lodi. In tale tratto le aree inondabili dello SdF sono state aggiornate per tener conto della realizzazione degli interventi di difesa e degli approfondimenti idraulici condotti nell'ambito della progettazione medesima; i dati sono stati forniti dal Comune di Lodi.

Per lo scenario di piena poco frequente, laddove disponibili le necessarie informazioni, si sono caratterizzati i tratti dove il limite delle aree inondabili è contenuto da argini principali o da altri rilevati al fine di evidenziare le possibili situazioni di pericolosità residuale. In particolare per il fiume Adda tale valutazione è stata effettuata solamente per il tratto a valle di Pizzighettone dove il corso d'acqua è arginato con continuità fino a confluenza Po.

Per lo scenario di piena rare è stata aggiornata localmente e con criteri speditivi la fascia C del PAI. A valle di Pizzighettone, dove è presente il sistema arginale continuo, l'area di alluvioni rare è ricompresa all'interno dell'analoga area del fiume Po (area allagabile in seguito alla rottura delle arginature maestre del fiume Po e degli affluenti principali nei tratti terminali).

Le aree inondabili del fiume Adda Sottolacuale comprendono anche il tratto a valle della traversa di regolazione del lago di Como, in corrispondenza del lago di Originate. Per la delimitazione delle aree inondabili in corrispondenza di tale tratto sono stati utilizzati i livelli di piena dello Studio di fattibilità in corrispondenza della prima sezione utile (a monte del ponte ferroviario di Laveggio).



Livelli di confidenza

CorsoAcqua:

Livello di confidenza	Alto	Medio	Basso
Dati topografici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura	☐	☒	☐
Dati idrologici e idraulici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura	☐	☒	☐
Qualità del processo di rielaborazione e aggiornamento effettuato	☐	☐	☒

Note sul livello di confidenza

Il livello di confidenza associabile alla delimitazione delle aree inondabili si può ritenere adeguato rispetto alle finalità delle mappe e alla prima fase di gestione prevista dalla Direttiva 2007/60/CE.

Tale livello di confidenza potrà essere migliorato, nei successivi cicli di aggiornamento del piano, mediante la predisposizione della mappa di soggiacenza ed il conseguente aggiornamento della delimitazione delle aree allagabili. Localmente potranno essere efficacemente condotte analisi idrauliche di maggior dettaglio e verifiche locali (sopraluoghi, segnalazioni, ecc.).

Per lo scenario di piena rara è inoltre necessario considerare l'incertezza connessa alla stima dei livelli di piena e a possibili fenomeni estremi connessi allo scenario in questione (rotture dei rilevati arginali e stradali che contengono il livello, parzializzazione o ostruzione delle luci dei ponti, mancato funzionamento di paratoie, ecc.). Al fine di migliorare il livello di confidenza per tale scenario di piena occorrono pertanto specifici approfondimenti di area fluviale o di area vasta.

Comuni interessati dalle aree inondabili

Scenari di piena H-M

Calolziocorte - Olginate - Brivio - Monte Marengo - Casero Bergamasco - Arona - Pontida - Calcio - Villa d'Adda - Intenago - Calusco d'Adda - Robbiate - Paderno d'Adda - Medolago - Cornate d'Adda - Suisio - Bottanuco - Trezzo sull'Adda - Capriate San Gervasio - Serebiate - Canonica d'Adda - Vaprio d'Adda - Fara Gera d'Adda - Cassano d'Adda - Casale d'Adda - Truccazzano - Rivolta d'Adda - Comazzo - Merlino - Zelo Buon Persico - Spino d'Adda - Bollatica d'Adda - Galgagnano - Lodi - Montebello Lombardo - Corte Palasio - Abbazia Cerreto - Casaleto Cavendano - Cordera Rubbiano - Ripalta Arpina - Maccasano - Cavenago d'Adda - Motolone - San Martino in Strada - Tunaro Lodigiano - Gombito - Svertonico - Formigara - Castiglione d'Adda - Camarago - Pizzighetone - Cavacorte - Maleo - Crotta d'Adda - Comovocchio - Maccastrona - Melati - Castelnuovo Bocca d'Adda - Vercunago

Scenario di piena L

Calolziocorte - Olginate - Brivio - Monte Marengo - Casero Bergamasco - Arona - Pontida - Calcio - Villa d'Adda - Intenago - Calusco d'Adda - Robbiate - Paderno d'Adda - Medolago - Cornate d'Adda - Suisio - Bottanuco - Trezzo sull'Adda - Capriate San Gervasio - Serebiate - Canonica d'Adda - Vaprio d'Adda - Fara Gera d'Adda - Cassano d'Adda - Casale d'Adda - Truccazzano - Rivolta d'Adda - Comazzo - Merlino - Zelo Buon Persico - Spino d'Adda - Bollatica d'Adda - Galgagnano - Lodi - Montebello Lombardo - Corte Palasio - Abbazia Cerreto - Casaleto Cavendano - Cordera Rubbiano - Ripalta Arpina - Maccasano - Cavenago d'Adda - Motolone - San Martino in Strada - Tunaro Lodigiano - Gombito - Svertonico - Formigara - Castiglione d'Adda - Camarago - Pizzighetone - Cavacorte - Maleo - Crotta d'Adda - Comovocchio - Maccastrona - Melati - Castelnuovo Bocca d'Adda - Vercunago - Carrignano d'Adda -

- **Profili di piena per il fiume Adda** (stralcio di pag. 65 del documento relativo ai profili di piena)

I dati sono tratti dalla tabella 5.11 del citato documento "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" – Marzo 2016; le sezioni di interesse per il territorio di Calolziocorte sono comprese, muovendosi da monte verso valle, tra le sezioni 200_19 e 200_16.

Le sezioni assunte come riferimento per definire la quota idrica attesa per il fiume Adda nei due settori prima citati sono di seguito descritte:

	Quota profilo idrico (m s.l.m.)		
	Tr 10 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
Sezione 200_19 (zona Depuratore comunale)	197,81	198,49	198,75
Sezione 200_16 (zona industriale via Lago Vecchio)	197,32	198,08	198,36

Anche se le valutazioni possono essere condotte per eventi con tempi di ritorno di centennali (non riortati nello studio), si ritiene cautelativamente di assumere come riferimento i dati delle quote con tempi di ritorno duecentennali.

Tab. 5.11: profili di piena per il fiume Adda sottolacuale

(Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e pertanto è ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicare il livello rispettivamente a monte e a valle)

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni	Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)			Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
200_23	163.116	198.44	199.11	199.36	135	211.593	92.90	92.93	93.02
200_22 (m)	163.300	198.33	198.94	199.18	134	212.182	91.67	91.59	91.70
200_22 (v)	163.300	198.29	198.90	199.13	133	212.842	90.65	90.80	90.93
200_21 (m)	163.328	198.38	199.02	199.26	133_1	213.675	89.84	89.98	90.11
200_21 (v)	163.328	198.36	198.99	199.24	133_2	214.509	89.09	89.06	89.18
200_20	163.502	198.03	198.51	198.72	130	215.343	88.62	87.98	88.10
200_19	163.631	197.81	198.49	198.75	129_1	215.730	86.79	87.18	87.34
200_18	163.817	197.44	198.51	198.77	129	216.077	86.45	86.81	86.98
200_17	163.942	197.43	198.20	198.47	128_1	216.590	86.15	86.34	86.53
200_16	164.376	197.32	198.08	198.36	128	216.884	85.89	85.96	86.12
200_15	164.783	197.29	198.06	198.34	127 (v)	217.009	82.07	82.25	82.33
200_14	165.342	197.27	198.04	198.32	126	217.571	83.02	83.28	83.48
200_12	166.127	197.21	198.03	198.31	125	218.525	81.93	82.61	82.86
200_11	166.525	197.21	198.02	198.30	124	219.221	81.32	82.17	82.45
200_10	167.434	197.17	197.98	198.26	123_01 (m)	219.885	80.58	81.20	81.39

Le medesime informazioni relative ai profili di piena sono state di recente rese disponibili sul portale cartografico di Regione Lombardia, da cui è possibile effettuare il download dei file .shp delle sezioni trasversali utilizzate nella delimitazione delle aree del PGRA (sezioni trasversali.zip); di ciascuna sezione è disponibile la georeferenziazione e le quote dei profili idrici per i diversi tempi di ritorno.

• Dati topografici di base – Dati LIDAR

Al fine di ricostruire l'andamento topografico delle aree interessate dalla classificazione R4, è stato importato e processato in ambiente GIS il rilievo di dettaglio LIDAR disponibile sul portale cartografico di Regione Lombardia, che ha permesso di ricostruire l'andamento delle curve di livello (con intervallo 1 m).

Si è potuto constatare la ricostruzione topografica corrisponda sostanzialmente, sia come andamento della superficie topografica che come quote altimetriche, a quella riscontrabile nella base aerofotogrammetrica comunale, che quindi può essere ritenuta altrettanto utile per effettuare i confronti.

Zonazione della pericolosità e del rischio

Ai fini della valutazione dei livelli di pericolosità e rischio nelle aree interne alle fasce A e B e ricadenti all'interno dell'area industriale prossima al Fiume Adda, secondo quanto previsto nell'Allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011 si rende innanzitutto necessario determinare i tiranti idrici confrontandoli con il grafico di cui al punto 3.4 - Allegato 4; successivamente, applicando le matrici di cui al punto 3.5 - Allegato 4, si determina il livello di rischio.



In ottemperanza a quanto previsto dalla direttiva D.g.r. X/6738/2017 i dati dello studio idraulico sono stati recepiti integralmente dalla documentazione del PGRA e riportati nei paragrafi precedenti.

Ai fini della determinazione dei tiranti idrici è stato quindi effettuato un confronto tra le quote dei profili di piena recepiti a partire dalle sezioni idrauliche descritte nel documento "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" a cura di AdbPo e le quote topografiche del piano campagna ottenute dall'elaborazione dei dati Lidar e dal aerofotogrammetrico comunale, come di seguito riportato:

	Profilo di piena Tr 200 anni (m s.l.m.)	Tirante idrico (m da p.c.)
<i>Zona depuratore comunale (via San Rocco)</i>	198,49	La maggior parte del settore presenta quote superiori al tirante idrico (ascrivibili alla classe di pericolosità H1/H2) salvo alcuni settori posti nel lato più distante dal corso d'acqua, interessati da piazzali di manovra (con tiranti massimi nell'ordine di 0.5-0.7 m, ascrivibili alla classe H3).
<i>zona industriale via Lago Vecchio.</i>	198,08	L'ambito presenta quote topografiche crescenti in modo costante allontanandosi dall'alveo. Gran parte del comparto è posto a quote superiori alla piena duecentennale (ascrivibile alla classe di pericolosità H1/H2); la restante parte, settore occidentale più prossimo al corso d'acqua, può essere ascritta alla classe H3.

A) Settore settentrionale (Via San Rocco)



Figura 2: Stralcio della base aereofotogrammetrica dell'area sovrapposta alle isoipse ottenute dall'elaborazione dei dati Lidar

Per quanto concerne la definizione del rischio si può attribuire al settore ricadente in classe H1/H2 un danno potenziale grave (E4) in quanto occupato da insediamenti produttivi; il settore più orientale, con pericolosità H3 può essere ricondotto ad un danno potenziale medio (E3).

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

Al settore può quindi essere attribuito un grado di rischio R2 nel settore più prossimo fiume Adda e R3 nel settore orientale (più prossimo a via Monti del Pascolo).

B) Zona meridionale (Via Lago Vecchio)



Figura 3: Stralcio della base aereofotogrammetrica dell'area con sovrapposte le isoipse ottenute dall'elaborazione dei dati Lidar

Per quanto concerne la definizione del rischio si può attribuire a tutto il settore un danno potenziale grave (E4) in quanto occupato da insediamenti produttivi.

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1



Al settore può quindi essere attribuito un grado di rischio R4 nel settore più prossimo fiume Adda e R2 nel settore più distante, indicativamente posto a quote topografiche inferiori a 197.7 m s.l.m..

- **Settore conoide torrente Buliga**

Analogamente è stata effettuata una valutazione relativa ad un settore classificato come Cp e corrispondente ad un settore avente pericolosità di esondazione P2/M posto in un settore antropizzato in fregio al corso del torrente Buliga; sono state recepite alcune valutazioni quali-quantitative presenti nella documentazione relativa agli studi di accompagnamento del reticolo idrico principale e minore comunale.

Nello specifico era stato definito come potenzialmente critico un settore posto a valle della sezione in cui ha inizio il tratto tominato, all'altezza di Via Buliga; la criticità è individuata per potenziale pericolo di esondazione causato da un'ostruzione della sezione stessa dovuta all'accumulo di materiale vegetale (rami e tronchi). Le aree potenzialmente interessate da tale evento corrispondono principalmente a viale Marconi, P.zza Mercato e parte delle traverse secondarie.

Al settore, in ragione principalmente della presenza di insediamenti del centro urbano e di infrastrutture viarie può quindi essere confermato un grado di rischio R4.

8.4.3 Sintesi del recepimento del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) a scala comunale

Nel caso specifico del territorio comunale di Calolziocorte, le mappe di pericolosità e rischio contenute nel PGRA rappresentano, pertanto, un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI in quanto contengono:

- la delimitazione delle aree allagabili nell'ambito RP in parziale sovrapposizione e/o aggiunta a quelle considerate dalle fasce fluviali PAI;
- la delimitazione delle aree allagabili nell'ambito RSCM in parziale sovrapposizione e/o aggiunta a quelle considerate dalla classificazione PAI.

Per quanto concerne il riscontro cartografico del recepimento delle "Mappe della pericolosità" e "Mappe del rischio di alluvione", le aree definite come *Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)* e *Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)* sono state rappresentate nella "Carta dei Vincoli", nella "Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano" e nella "Carta PAI-PGRA" come di seguito riportato nel dettaglio.

Area recepita dalle mappe	"Carta dei Vincoli"	"Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano"	"Carta PAI-PGRA"
REV 04	58/76	2018 121-132 Comune di Calolziocorte	www.vigersrl.it



Area recepita dalle mappe	"Carta dei Vincoli"	"Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano"	"Carta PAI-PGRA"
<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario frequente (P3/H)</i>	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario frequente (P3/H)</i>	Sottoclasse 4f	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario frequente (P3/H)</i>
<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario poco frequente (P2/M)</i>	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario poco frequente (P2/M)</i>	Sottoclasse 3e (comprese aree R3)	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario poco frequente (P2/M)</i>
<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario raro (P1/L)</i>	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario raro (P1/L)</i>	Sottoclasse 3f (comprese aree R2)	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RP Pericolosità scenario raro (P1/L)</i>
<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P3/H)</i>	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P3/H)</i>	Sottoclasse 4g	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P3/H)</i>
<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P2/M)</i>	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P2/M)</i>	Sottoclasse 3c Sottoclasse 3e	<i>PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P2/M)</i>



9. INVARIANZA IDRAULICA, INVARIANZA IDROLOGICA E DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Con la recente normativa, pubblicata sul B.U.R.L., Serie Supplementi, n. 11 del 18 marzo 2016, L.R. 15/03/2016 – n. 4, Regione Lombardia ha introdotto una revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua finalizzata alla tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di mettere in sicurezza il territorio e di intervenire sull'attenuazione del livello di rischio idrogeologico.

La legge specifica e disciplina le attività di competenza di Regione Lombardia riguardanti difesa del suolo, gestione dei corsi d'acqua e del demanio idrico all'interno del territorio regionale, stabilendo gli strumenti utili a realizzare tali attività per raggiungere gli obiettivi legati alla difesa del suolo, alla gestione del demanio idrico fluviale e al riassetto idraulico e idrogeologico.

Ai sensi dell'Art. 1 della L.R. 15/03/2016 n. 4, la suddetta legge disciplina, infatti, anche quanto di seguito riportato:

- a) strumenti per assicurare piena operatività alle attività regionali e conseguimento degli obiettivi generali inerenti a: difesa del suolo, gestione del demanio idrico fluviale e riassetto idraulico e idrogeologico del territorio lombardo, di cui all'Art. 55, commi 1 e 2, della L.R. 11/03/2005, n. 12;
- b) modalità per la gestione coordinata del reticolo idrico minore e dei reticoli principale e consortile;
- c) modalità per garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile (di cui di seguito si forniscono le definizioni di dettaglio);
- d) esercizio delle funzioni e delle attività di polizia idraulica nel demanio idrico fluviale e nelle aree di cui all'Art. 96, comma 1, lettera f), del R.D. 25/07/1904, n. 523 (*"Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie"*);
- e) misure per assicurare la prevenzione del rischio idraulico e idrogeologico mediante la manutenzione diffusa del territorio, dei corsi d'acqua e delle opere di difesa del suolo e delle strutture e dei sistemi agro-forestali di difesa del suolo;
- f) misure per ripristinare condizioni di maggiore naturalità ai corsi d'acqua, per recuperare a funzioni idrauliche e ambientali le aree di pertinenza idraulica e per la riqualificazione fluviale;
- g) riordino delle competenze in materia di navigazione interna;
- h) riordino, con nuove competenze in materia di difesa del suolo e gestione dei corsi d'acqua, dei consorzi di bonifica di cui alla L.R. 05/12/2008, n. 31 (*"Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale"*).

Ai sensi dell'Art. 58-bis, comma 1 della L.R. 12/2005, introdotto dall'Art. 7, comma 2, lettera g) della L.R. n. 4 del 2016, si intende quanto di seguito esposto:

- *invarianza idraulica*: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;
- *invarianza idrologica*: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;
- *drenaggio urbano sostenibile*: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Ai sensi dell'Art. 58-bis, comma 2 della L.R. 12/2005, così come modificato dall'Art. 14, comma 1, L.R. n. 14 del 2016 (*"Legge di semplificazione"*), i principi di invarianza idraulica e idrologica si applicano agli interventi edilizi definiti dall'Art. 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del D.P.R. n. 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel R.R. di cui al comma 5. Sono ivi compresi gli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e le loro pertinenze e i parcheggi.

Nel dettaglio, secondo quanto riportato all'Art. 58-bis, comma 3 della L.R. 12/2005, gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscono il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni d'uso del suolo al fine di prevenire e di mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, di contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale; il regolamento edilizio comunale disciplina quindi le modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica secondo i criteri e i metodi poi stabiliti con il Regolamento Regionale del 23/11/2017 n. 7.

Elemento chiave della normativa è, infatti, l'introduzione del concetto di invarianza idraulica, secondo il quale, rispetto alle condizioni di partenza, la realizzazione di nuovi edifici civili e industriali, di parcheggi e strade e di interventi di riqualificazione non deve comportare un aumento del deflusso delle acque verso i fiumi, introducendo progressivamente tecnologie e soluzioni progettuali (vasche volano, pozzi filtranti, tetti verdi, ecc.) che aiutino l'assorbimento dell'acqua nel terreno.

Per maggiori indicazioni in merito alle competenze, alla disciplina delle funzioni, al riordino delle funzioni conferite ai consorzi di bonifica e ad AIPO e alle disposizioni finanziarie, transitorie e finali, si rimanda al testo completo delle citate leggi.



9.1 R.R. n. 7/2017 PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA (ART. 58 BIS, LR 12/2005)

In data 23/11/2017, Regione Lombardia ha emanato il R.R. n. 7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)” al fine di:

- perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo;
- conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori:
 - o la riduzione quantitativa dei deflussi;
 - o il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico;
 - o la conseguente attenuazione del rischio idraulico;
 - o la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti.

Secondo quanto anticipato al precedente capitolo, di seguito si riportano gli interventi edilizi soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, nel dettaglio:

- nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- ristrutturazione urbanistica comportante un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all’urbanizzazione.

Per quanto concerne gli interventi a infrastrutture stradali e autostradali e alle loro pertinenze e ai parcheggi, le misure si applicano sia per interventi di riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti, sia per nuove sedi stradali o di parcheggio, con riferimento alle componenti che comportano una riduzione della permeabilità del suolo.

Il R.R. deve essere recepito nei regolamenti edilizi comunali, diversificando i limiti allo scarico in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche.

Il territorio regionale è stato pertanto suddiviso in tre aree sulla base del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua ricettori; ai sensi dell’Art. 7 “*Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione*” del suddetto R.R., secondo quanto riportato nell’Allegato C del R.R., il territorio è stato suddiviso nelle seguenti tipologie di aree:

- aree A, ad alta criticità idraulica;
- aree B, a media criticità idraulica;
- aree C, a bassa criticità idraulica.

Secondo quanto definito nel R.R., il territorio comunale di Calolziocorte ricade nell’**area C a bassa criticità idraulica**.

10. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi (cfr. Tavola 6) rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. La carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.

Per il territorio in esame si sono ritenute importanti come elementi da evidenziare in questa carta le seguenti tematiche:

- aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti
- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- aree di frana attiva
- aree di frana quiescente
- aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)
- aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267) - Zona 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso.

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- aree ad alta vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- aree ricadenti nei settori delimitati dalle fasce fluviali PAI e dalle aree allagabili definite dal PGRA che riguardano indicativamente il settore pianeggiante in sponda sinistra del fiume Adda (aree allagabili RP) e il settore prativo pianeggiante (aree allagabili RSCM) nella fascia meridionale del territorio comunale
- Aree ricadenti nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti ai reticoli idrici principale e minore definiti ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n.7/7868 e s.m.i.; (tale tematismo è raffigurato nella tavola dei vincoli;



Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- Depositi lacustri a granulometria limo-argillosa con limitata capacità portante, ubicati nei settori prospicienti il Lago di Olginate ed il Fiume Adda

Dall'osservazione della carta di sintesi emerge un quadro che evidenzia come, nel territorio di Calolziocorte, esistano alcuni aspetti particolarmente importanti da considerare in sede di fattibilità; si tratta di elementi affrontabili a patto che ci sia un corretto approccio da parte degli operatori, come meglio verrà specificato nella carta di fattibilità delle azioni di piano e nelle relative Norme Tecniche.



11. FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La valutazione incrociata delle precedenti analisi con i fattori ambientali, territoriali e antropici, ha consentito di individuare sulla Tavola “Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano” una serie di aree omogenee per complessità geologico-tecnica e idrogeologica. L’elaborato grafico comprende l’intero ambito territoriale alla scala 1:5.000 (cfr. Tavola 7).

La zonizzazione è indipendente da altri vincoli quali paesaggistici e legati a beni ambientali, oltre che geologici come quelli costituiti dalle zone di tutela assoluta e di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.

Per ciascuna sottoclasse individuata sono indicate le principali problematiche presenti e gli approfondimenti geologico-tecnici richiesti per procedere alla trasformazione d’uso.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti richiesti per le diverse classi di fattibilità dovranno essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell’intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).

Le indagini geologiche e geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera; per ottenere la caratterizzazione del sito si potranno utilizzare (si riportano a puro titolo di esempio in quanto la tipologia di indagine è a discrezione del professionista abilitato) alcune tipologie di indagini geognostiche dirette quali penetrometrie o sondaggi con esecuzione di SPT, indagini geofisiche a completamento di quanto emerso con le indagini dirette quali SEV (Sondaggi Elettrici Verticali), sismica a rifrazione, magnetometrie, posa in opera di piezometri e prove di permeabilità in sito oltre a prove geotecniche di laboratorio.

Si precisa inoltre che, in accordo con quanto già ricordato in precedenza, le indagini geotecniche e gli studi geologico-idrogeologici prescritti per i differenti ambiti di pericolosità specificati nelle NTA devono essere effettuati preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

Nel territorio comunale sono stati individuati settori ricadenti rispettivamente nelle classi 2, 3 e 4.

Le indicazioni normative relative alle diverse classi di fattibilità geologica sono riportate in un apposito fascicolo “Norme tecniche di attuazione”, parte integrante del Piano delle Regole.



Il testo normativo è stato suddiviso nelle seguenti categorie:

- a) Normativa di fattibilità geologica;
- b) Normativa sismica;
- c) Normativa derivante dai vincoli di carattere geologico;
- d) Aree di salvaguardia di captazioni ad uso idropotabile;
- e) Vincoli di polizia idraulica.
- f) Invarianza idraulica e idrogeologica

Le indicazioni normative fanno specifico riferimento alle seguenti cartografie:

- Tavola 4 Carta della pericolosità sismica locale;
- Tavola 5 Carta dei vincoli;
- Tavola 7 Carta di fattibilità e delle azioni di piano;
- Tavola 8 Quadro del dissesto (legenda PAI-PGRA).



BIBLIOGRAFIA

- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2001 *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"*
- STUDIO GEOLOGICO TECNICO LEC-CHESE, 2000 *Studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale*
- STUDIO GEOLOGICO TECNICO LEC-CHESE, 2000 *Studio idraulico dei torrenti presenti sul territorio comunale di Calolziocorte (Lc)*
- STUDIO TECNO.GEO, 2010 *Piano di emergenza intercomunale della Valle San Martino*
- STUDIO GEOLOGICO TECNICO LEC-CHESE, 2007-2012 *Studio geologico di supporto al Piano di Governo del Territorio*
- STUDIO GEOLOGICO TECNICO LEC-CHESE, 2014 *Individuazione reticolo idrografico minore ai sensi della DGR 25-01-02 n.7/7868. Relazione tecnica e proposta di regolamento di polizia idraulica*



AUTORI



Viger Srl

Sede legale: Via Morazzone 21 — 22100 - COMO

Sede operativa: Via Cellini 16/C — 22071 Cadorago (CO)

tel. 031.564.933 Fax 031.729.311.44

E-mail: info@vigersrl.it

<http://www.vigersrl.it>

Dr. Geol. Marco Cattaneo

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 958



Hanno inoltre collaborato:

Dr.ssa Camilla Cappelletti

Como, 3 novembre 2022



ALLEGATI

- 1) Schede tecnico-idrogeologiche pozzi
- 2) Studio dettaglio torrente Carpine
- 3) Studio dettaglio torrente Premerlano

Elenco tavole

Tavola 1 – Cartografia di inquadramento – elementi geologici – scala 1:5.000

Tavola 2 – Cartografia di inquadramento – elementi geomorfologici – scala 1:5.000

Tavola 3 – Cartografia di inquadramento – elementi idrologici e idrogeologici – scala 1:5.000

Tavola 4 - Carta della Pericolosità Sismica Locale – scala 1:5.000

Tavola 5 – Carta dei vincoli – scala 1:5.000

Tavola 6 – Carta di sintesi – scala 1:5.000

Tavola 7 - Carta di fattibilità delle azioni di piano – scala 1:5.000

Tavola 8 - Carta PAI - PGRA – scala 1:5.000

Tavola 9 – Carta di fattibilità con sovrapposizione degli scenari PSL – scala 1:5.000

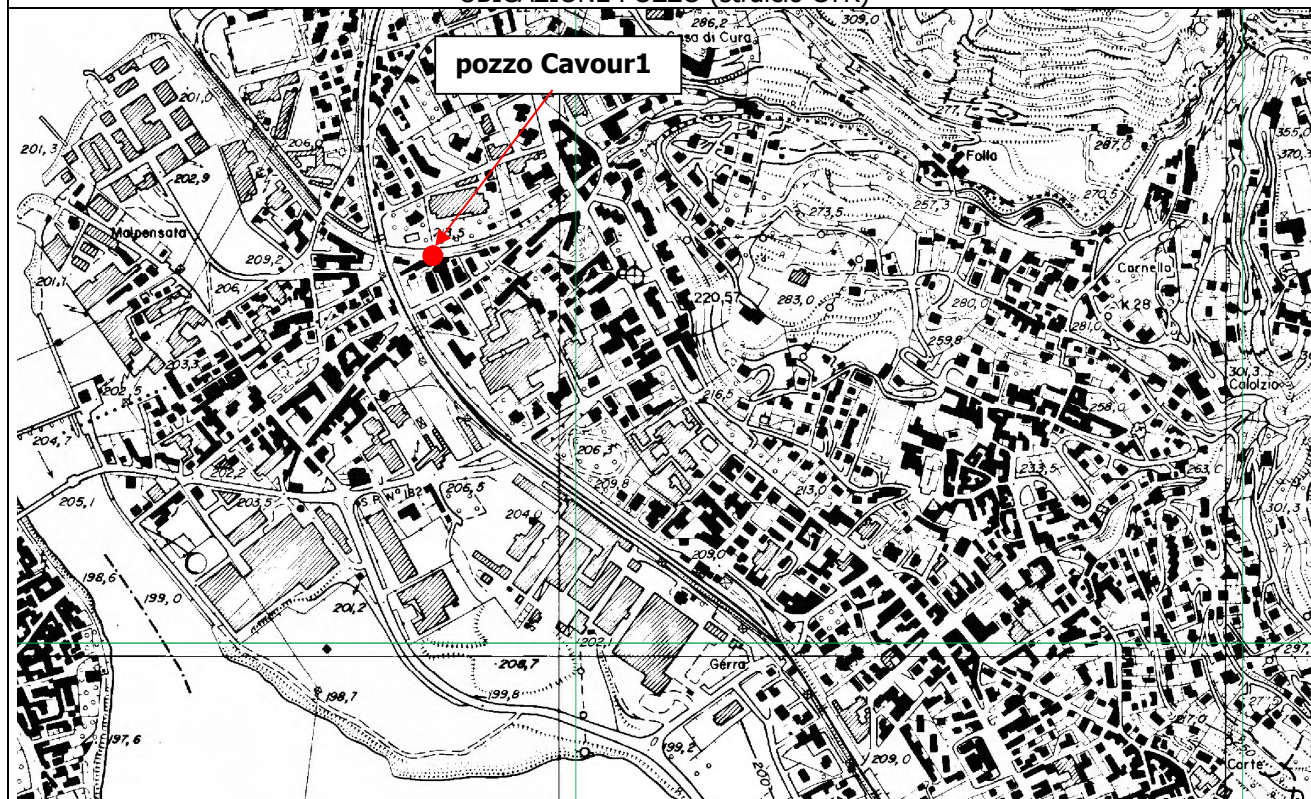


SCHEDE TECNICO-IDROGEOLOGICHE POZZI

1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	0970130001, Pozzo Cavour 1
Località	Via Cavour
Comune	Calolziocorte
Provincia	Lecco
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1532812,2 - 5072516
Quota piano campagna (m s.l.m.)	213,8

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



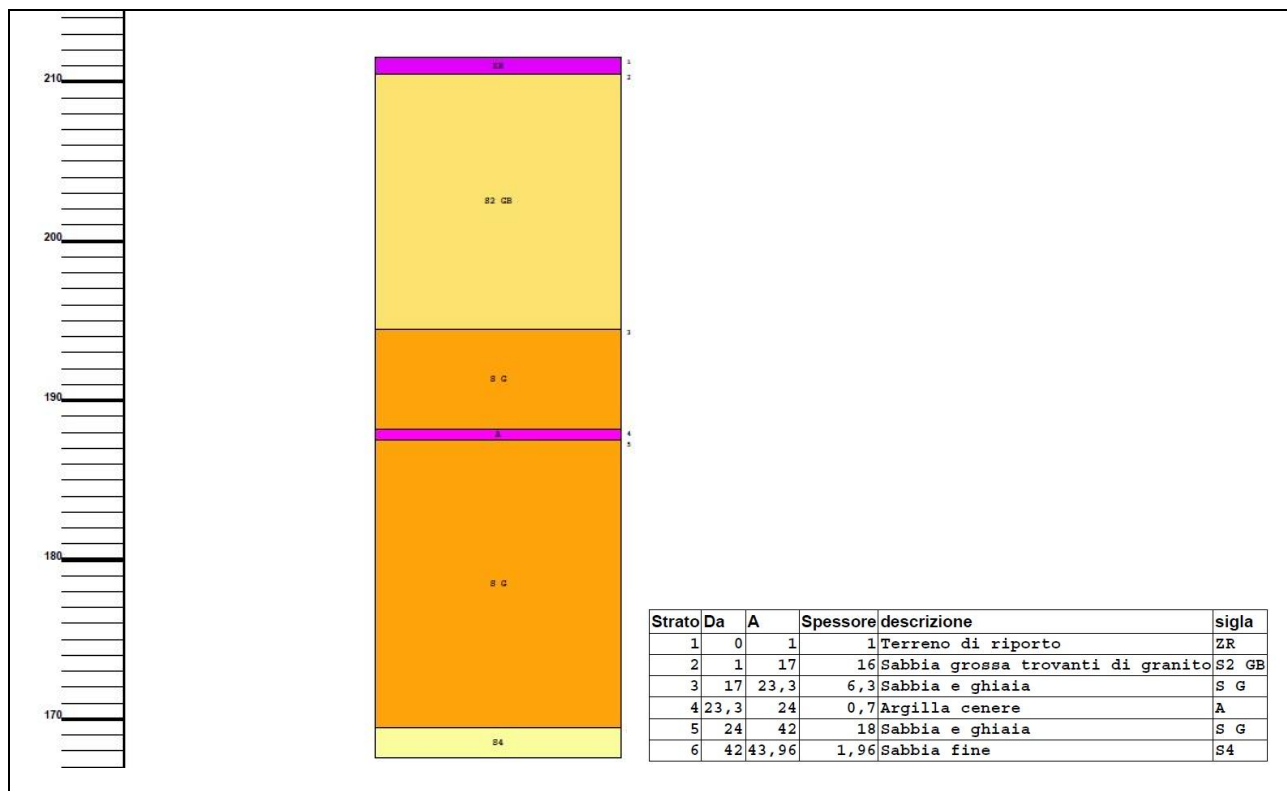
2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Lario Reti Holding S.p.a.		
Ditta esecutrice			
Anno			
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO

SCHEMA DI COMPLETAMENTO

Tubazione						
Tubazione n.	Diametro mm	da m.	a m.	Filtri	Da m.	a m.

3 – STRATIGRAFIA

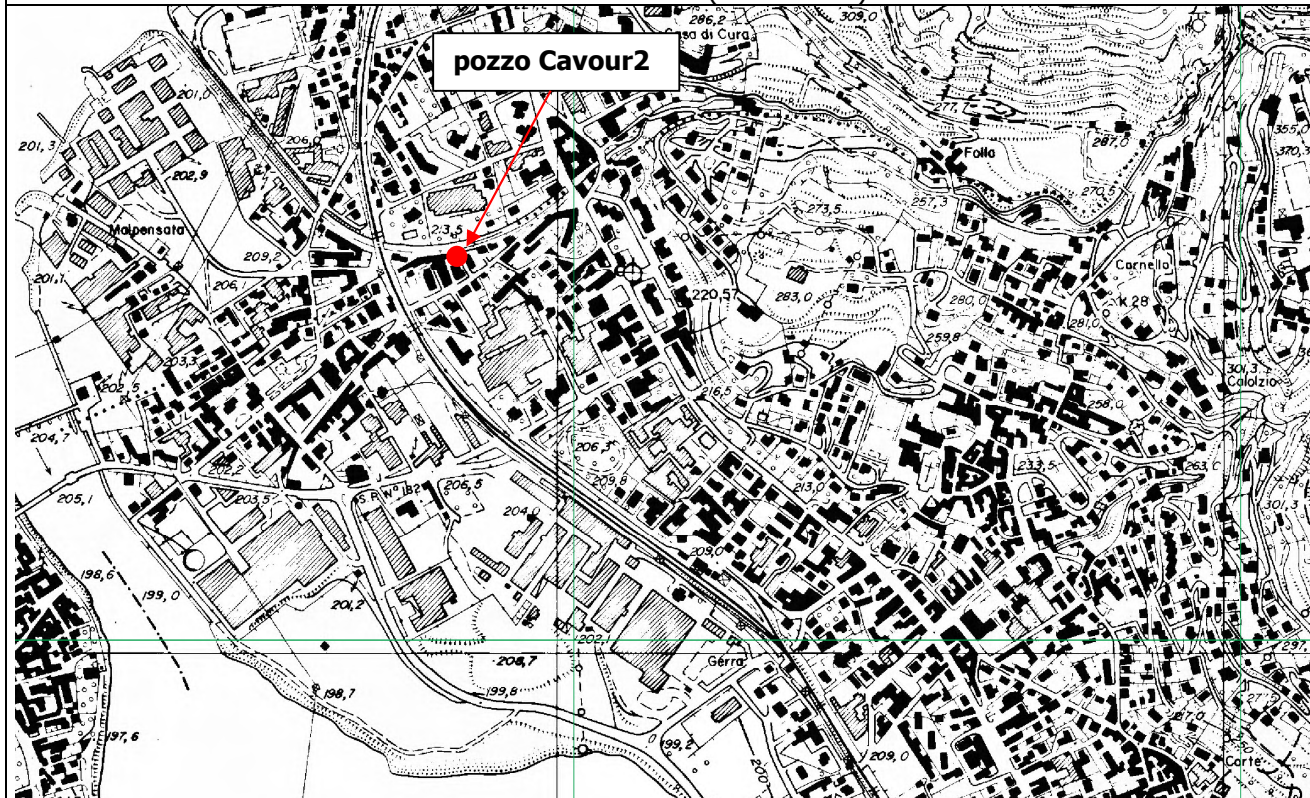


(Fonte: Banca Dati Geologica di Sottosuolo, Regione Lombardia)

1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	0970130002, Pozzo Cavour 2
Località	Via Cavour
Comune	Calolziocorte
Provincia	Lecco
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1532816,3 - 5072511
Quota piano campagna (m s.l.m.)	213,6

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



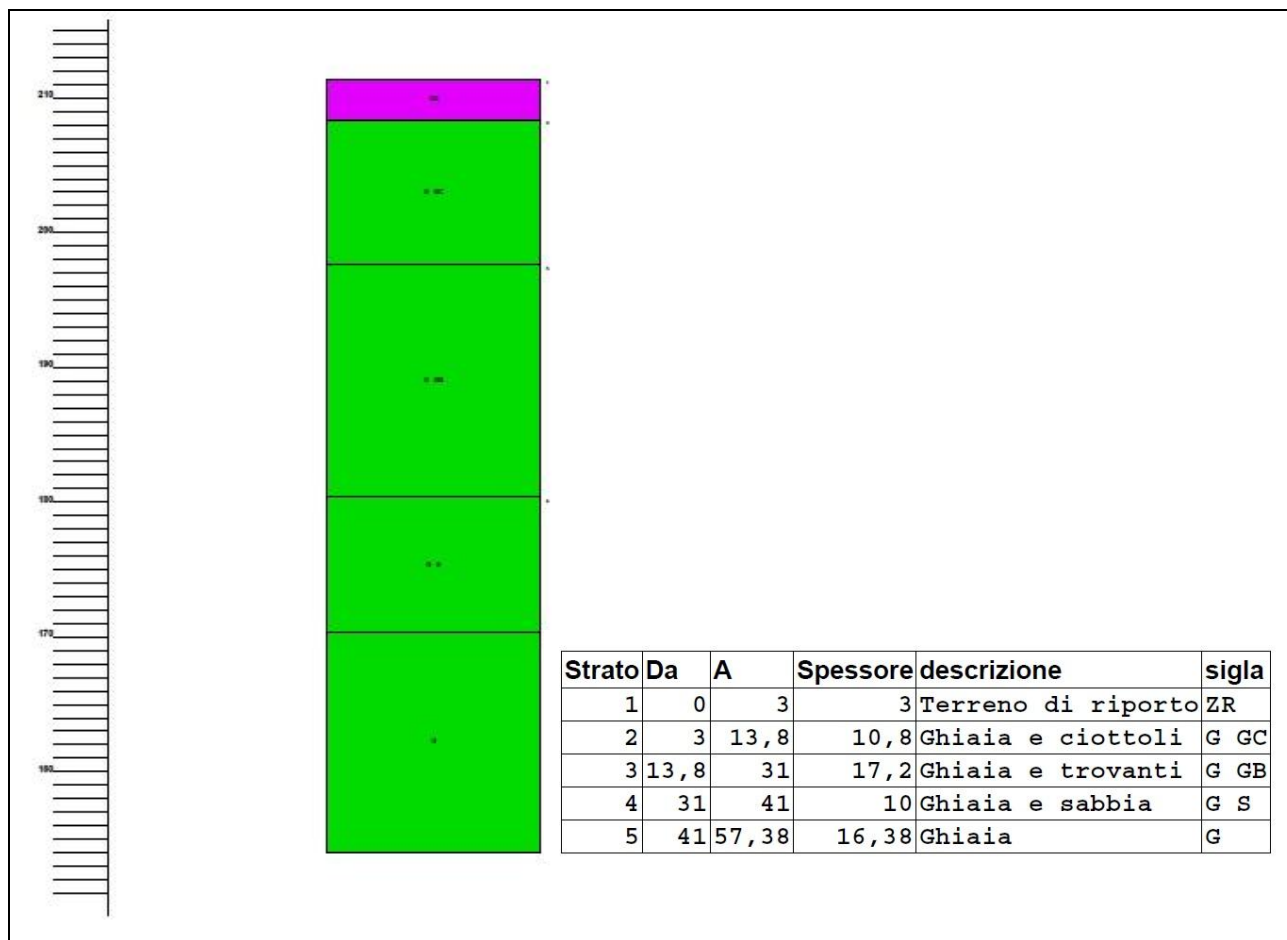
2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Lario Reti Holding S.p.a.		
Ditta esecutrice			
Anno			
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO

SCHEMA DI COMPLETAMENTO

Tubazione						
Tubazione n.	Diametro mm	da m.	a m.	Filtri	Da m.	a m.

3 – STRATIGRAFIA



(Fonte: Banca Dati Geologica di Sottosuolo, Regione Lombardia)



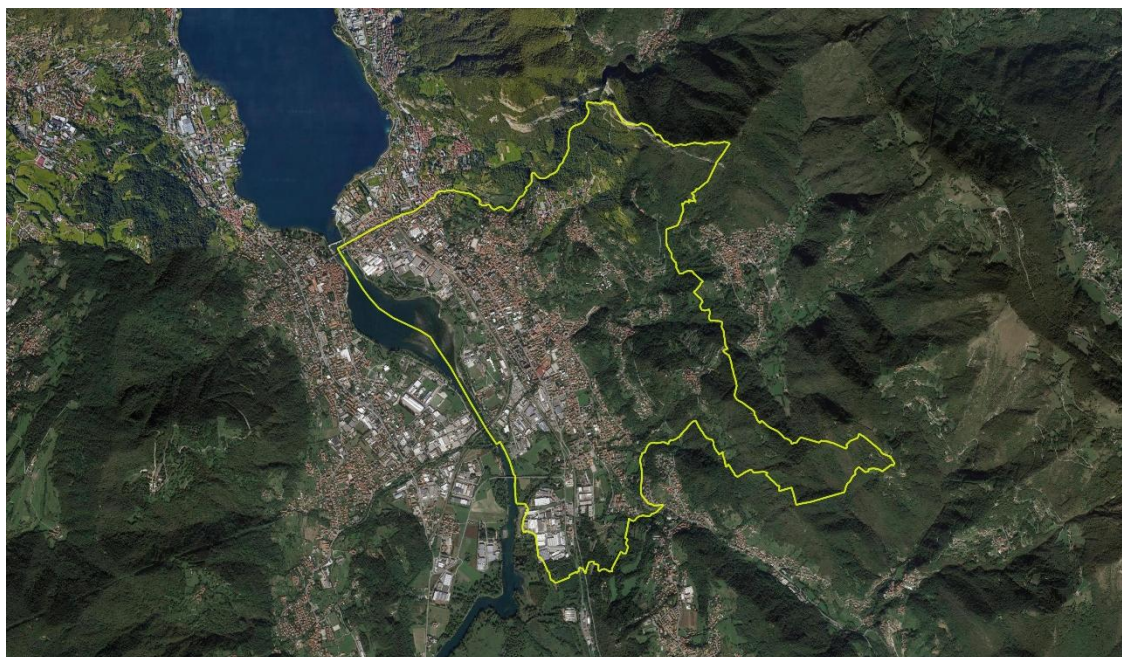
STUDIO DI DETTAGLIO TORRENTE CARPINE



Comune di Calolziocorte

Piazza Vittorio Veneto, 13

23801 Calolziocorte (LC)



Progetto

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

aggiornamento ai sensi della D.G.R. n. IX/2616 del 30 Novembre 2011 e
della D.G.R. n. X/6738 del 19 Giugno 2017

Oggetto

STUDIO IDRAULICO DI DETTAGLIO – TORRENTE CARPINE

Data: 27 luglio 2020

Riferimento: 2018 121-132

Revisione: 01

allegata alla delibera di approvazione

il progettista

il Sindaco

Viger Srl
CF, P. Iva n. 02748500135
Sede legale: via Morazzone 21
22100 Como

Sede amministrativa e gestio-
nale:
via Cellini 16/C
22071 Cadorago (CO) Italia

Autore: mac
mod: nnn-95 rel_tecnica 09.dot

Indice

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE AREA DI STUDIO	5
3. ANALISI PLUVIOMETRICA	8
3.1. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ ORARIA E GIORNALIERA - TEMPI DI RITORNO.....	8
3.2. DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI PLUVIOMETRICI E DELLE LINEE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	9
4. STUDIO IDRAULICO DEL CORSO D'ACQUA	12
4.1. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA DI PROGETTO.....	12
4.1.1. <i>Calcolo del tempo di corrivazione</i>	13
4.1.2. <i>Calcolo del coefficiente di deflusso</i>	13
4.2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA AL COLMO (Tr= 100 ANNI).....	14
5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	15
5.1. RICOSTRUZIONE DEI PROFILI IDRAULICI DI PIENA	15
5.1.1. <i>Assetto geometrico dell'alveo</i>	15
5.1.2. <i>Modalità di deflusso di piena</i>	16
5.1.3. <i>Determinazione della portata massima di deflusso</i>	16
5.1.4. <i>Profili idrici di piena con portata 100 anni</i>	16
5.1.5. <i>Profili idrici di piena con portata 100 anni – settore A (est rilevato ferroviario)</i>	20
5.1.6. <i>Profili idrici di piena con portata 100 anni – settore B (ovest tracciato ferroviario)</i>	22
6. NOTE SULLA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO	23
ALLEGATI	25

1. PREMESSA

È stata effettuata una verifica idraulica di dettaglio relativa alle aree potenzialmente interessate da esondazione con tempi di ritorno centenari poste in fregio alla sponda destra del torrente Carpine e in precedenza classificata nel quadro di aggiornamento PAI come area Cp, sulla base ad alcune considerazioni idrauliche di carattere generale; il presente studio è stato condotto secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011, allo scopo di determinarne la classe di pericolosità e la conseguente attribuzione di una appropriata normativa.

Nello specifico il settore verificato comprende una parte di Via Cantelli e alcuni ambiti in fregio ad essa, in particolare (Figura 1):

- A. Via Cantelli dal civico 2 muovendosi verso nord sino all'area parcheggio ad est del rilevato del tracciato ferroviario
- B. Ambito prativo compreso tra Via Cantelli (ad ovest del sottopassaggio ferroviario) e Corso Europa

Tale approfondimento è stato svolto anche in considerazione dell'assenza di evidenze di eventi di esondazione pregressi e della opportunità di intervenire in tale settore con la realizzazione di opere pubbliche di natura viabilistica. Occorre infatti evidenziare al riguardo che gli episodi di esondazione verificatisi in fregio al torrente Carpine, sia in base alle indicazioni della *memoria storica* fornite dagli uffici comunali che in base a quanto descritto nella documentazione bibliografica disponibile presa in esame, come ad esempio il Piano di protezione civile, non risulta che abbiano coinvolto i settori perimetrati sopra descritti. Al riguardo, ad esempio, in seguito all'evento meteorico rilevante del novembre 2002 (che ha comportato piogge intense con tempi di ritorno circa duecentennali) *non si sono registrati fenomeni eclatanti di esondazione alluvionamento o coinvolgimento pesante di strutture urbane o residenziali* (tratto da *Studio di verifica delle conseguenze degli eventi alluvionali del novembre 2002*, Studio Riva). Nei dati raccolti nel Piano emergenza comunale, redatti successivamente ad eventi meteorologici intensi, si cita come *l'esondazione del torrente Carpine lungo l'area industriale di via Cantelli ha coinvolto, in destra idrografica, la viabilità ed in particolare il settore meridionale della Ditta Bo.Va di Bolis Oscar Snc (al civico 2)*, vale a dire i settori in fregio al corso d'acqua mentre non è stato registrato il coinvolgimento dei settori in esame.

Si evidenzia, infine, come con D.g.r. 31 luglio 2019 - n. XI/2075 sia stato finanziato da Regione Lombardia un intervento strutturale di messa in sicurezza del torrente Carpine, per un importo di € 295.000,00.

Lo studio è stato svolto mediante le seguenti fasi:

- determinazione della curva di possibilità pluviometrica caratteristica del bacino in esame in corrispondenza ad assegnati tempi di ritorno;
- studio delle caratteristiche morfometriche ed idrologiche del bacino chiuso in corrispondenza della sezione di interesse;
- modello di trasformazione afflussi-deflussi per tempi di ritorno fino a 100 anni;
- ricostruzioni del profilo di piena in regime di moto permanente
- verifica della officiosità idraulica delle sezioni di interesse

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica

L'effettuazione dei calcoli è stato realizzata con l'ausilio del programma URBIS 2003 per la determinazione degli idrogrammi di piena e del software HEC-RAS 3.1.1 per la ricostruzione delle simulazioni in moto stazionario.

Per quanto concerne le valutazioni generali relative ai principali caratteri litologici e geomorfologici che si riscontrano nell'ambito del bacino idrografico, si rimanda a quanto descritto nei capitoli di inquadramento.

Allo scopo di acquisire informazioni di dettaglio ed in particolare di ricostruire le geometrie dell'alveo del corso d'acqua e degli immediati dintorni è stato effettuato uno specifico rilievo mediante una strumentazione di precisione GPS mod. Leica Zeno GG04 Plus, spinto a monte e a valle per una distanza ritenuta significativa (*Figura 2*).

2. DESCRIZIONE AREA DI STUDIO

L'area interessata dal bacino idrografico del torrente Carpine ricade, oltre che nel territorio di Calolziocorte, anche nei comuni di Torre de' Busi (BG) e Monte Marenzo (BG) mentre la parte terminale del corso poco prima di sfociare nel fiume Adda, attraversa il territorio di Brivio, nel suo settore in sinistra idrografica del fiume Adda (LC);

Considerando che non è conosciuta con esattezza la morfologia del tetto del substrato, solo ipotizzabile, si assume che il bacino idrogeologico (relativo alle acque sotterranee) coincida con il bacino idrografico (acque di ruscellamento superficiale). Si assume pertanto come approssimazione che gli spartiacque morfologici superficiali coincidano con gli spartiacque sotterranei.

Il bacino idrografico del Torrente Carpine presente il punto topograficamente più elevato nel comune di Calolziocorte, alla quota di ca. 788 m s.l.m. in località Corna Martinella e sfocia nel fiume Adda, alla quota di circa 197 m s.l.m..

Ai fini della presente valutazione, la sezione di chiusura è stata assunta all'altezza di Via Cantelli, 2 (dove Via Cantelli piega verso verso nord) ad una quota topografica determinata pari a 210 m s.l.m..

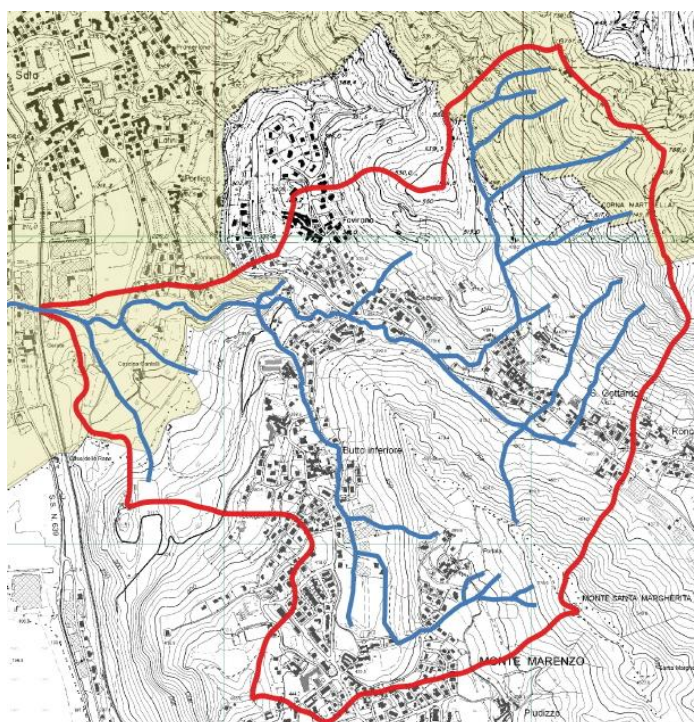


Figura 1. Limite del bacino idrografico del Torrente Carpine (tratto rosso); in giallo è rappresentato il territorio di Calolziocorte

Partendo dalla carta ad isoipse basata sulla CTR e applicando la formula di Allord-Horton, è stata calcolata la pendenza media del bacino, risultata pari a circa 20°, corrispondente al 36%; la formula utilizzata è la seguente

$$s = Lt * e / A * 100$$

s [%] = pendenza

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica

Lt [m]=lunghezza totale isoipse nel bacino = 7555 m

e [m]=equidistanza tra le isoipse nel bacino = 100 m (tra 300 e 700 m s.l.m.)

A[mq]=area del bacino = 2056790 mq (tra 300 e 700 m s.l.m.)

Le caratteristiche del bacino idrografico, misurate in corrispondenza della sezione di chiusura, sono di seguito riassunte:

- superficie del bacino= circa 2.465 kmq;
- l'asta principale si sviluppa per una lunghezza di circa 2890 m, partendo da una quota massima del bacino di circa 788 m s.l.m. fino ai circa 210 m s.l.m..

Mediante la ricostruzione della curva ipsografica è stata quindi calcolata la quota media del bacino, definita in 438 m s.l.m..

Di seguito, sono riportate le caratteristiche identificative del bacino riportate nel database regionale SIBCA:

corsi_acqua							
CODICESIBA	NOMECORSOA	ORDINE	TIPO	KM	LIVELLOCAR	CONFASCEFL	Documenti
001001171	Carpine	3	torrente	3.335	Idrografia 2	f	Mostra gli oggetti correlati

Bacini minori					
NOMESOTTOS	NOMESOTTOB	NOMEBACINO	AREA_KM2	PIANURAMON	NAZIONE
Tributari sinistra Adda a sud del lago di Como	Adda sublacuale	ADDA	47.28	M	ITA

Regioni_Bacino			
ISTAT_REG	AREA_KM2	NOMEREGION	Documenti
03	23821.44	LOMBARDIA	Mostra gli oggetti correlati

1-BacinoFiumePo	
NOMEBACINO	AREA_KM2
Po	74144.83

Area geografica	
Mostra documenti correlati	

L'immagine sottostante riporta invece la suddivisione dei principali bacini idrografici della provincia di Lecco, tratta dal documento – Piano di bilancio idrico della Provincia di Lecco.

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica



Figura 2: Reticolo idrografico principale con i corrispondenti bacini imbriferi.

Provincia di Lecco. Piano di Bilancio Idrico. Allegato al Rapporto Finale

Per la ricostruzione delle caratteristiche geometriche dell'alveo è stato dunque appositamente effettuato un rilievo topografico di dettaglio sviluppato come sintetizzato di seguito:

- verso monte per un tratto di circa 360 m di sviluppo lineare del corso d'acqua rispetto alla sezione di chiusura, in modo da caratterizzare il corso d'acqua a partire all'incirca dal settore del guado posto alla quota di circa 220 m s.l.m., dove ha inizio il tratto medio vallivo;
- verso valle è stata rilevata la sezione posta all'altezza dell'attraversamento di Corso Europa, ad una distanza di circa 100 m

In tal modo è stato possibile ricostruire di n. 13 sezioni trasversali in grado di caratterizzare il settore in esame (Figura 3), ad una sufficiente distanza a monte e a valle rispetto al punto in cui viene effettuata la verifica idraulica, così da minimizzare il condizionamento dato delle condizioni al contorno imposte necessariamente alla modellizzazione a monte e valle (*boundary conditions*); le sezioni sono state distinte come segue, con una numerazione decrescente muovendosi da monte verso valle in modo da essere congruente con le convenzioni assunte dal codice di calcolo utilizzato (HEC-RAS).

- sezioni 13-8: comprese nel tratto rilevato a monte della zona industriale;
- sezioni 7-2: comprese nel tratto immediatamente a monte dell'area di interesse;
- sezione 1 – sezione terminale del rilievo di dettaglio, posto in corrispondenza dell'attraversamento di Corso Europa

Il sistema di quote topografiche assunto come riferimento è quello delle quote geodetiche, ottenute mediante correzione delle quote ellissoidiche con geoidi Italgeo90; le quote così rilevate sono risultate sostanzialmente congruenti con quelle della CTR; al fine di una maggiore uniformità tutte le valutazioni sono state effettuate utilizzando le quote del rilievo.

3. ANALISI PLUVIOMETRICA

L'andamento delle altezze idriche di deflusso della piena è stato calcolato in regime di moto permanente uniforme considerando un tempo di ritorno pari a 100 anni; il calcolo delle portate di piena è stato effettuato in corrispondenza delle sezioni rilevate.

Tali verifiche sono realizzate per fornire indicazioni sulla sicurezza idraulica del territorio. L'obiettivo è stato raggiunto mediante le seguenti fasi:

- determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica caratteristiche del bacino in esame in corrispondenza ad assegnati tempi di ritorno;
- studio delle caratteristiche morfometriche ed idrologiche del bacino;
- modello di trasformazione afflussi-deflussi per tempi di ritorno fino a 100 anni;
- ricostruzioni del profilo di piena in regime di moto permanente uniforme.

3.1. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ ORARIA E GIORNALIERA - TEMPI DI RITORNO

Uno dei metodi più utilizzati per la determinazione dei tempi di ritorno delle precipitazioni è la regolarizzazione secondo Gumbel (Benini, 1990).

Mediante lo studio statistico delle precipitazioni di breve durata e massima intensità si determinano le cosiddette linee segnalatrici di probabilità pluviometrica, espresse come curve DDF (curve altezza DEPTH, durata DURATION, frequenza FREQUENCY).

Rimandando ai testi di Idrologia tecnica per lo studio delle metodologie statistiche, si richiamano qui gli aspetti essenziali di tali elaborazioni.

Per la stazione pluviografica prescelta si selezionano gli eventi massimi, in termini di mm di pioggia misurati per (n) anni, cioè quelli che hanno provocato la massima precipitazione annua di assegnata durata. L'elaborazione statistica dei campioni di dati massimi annui così ottenuti conduce a definire l'espressione della linea di probabilità pluviometrica o curva DDF:

$$h = f(\theta, Tr)$$

in cui h è l'altezza di pioggia corrispondente alla durata θ e al tempo di ritorno Tr in anni.

Come noto alle curve DDF la tecnica idrologica italiana assegna la forma monomia:

$$h = a (Tr) \theta n(Tr)$$

che risulta utile per le applicazioni essendo definita da due soli parametri, ma che frequentemente presenta l'inconveniente di richiedere l'individuazione di diverse coppie di costanti a(Tr) e n(Tr) per diversi campi di durata.

Nel territorio di Regione Lombardia, per le analisi idrologiche è possibile adottare una Ispp definita da ARPA Lombardia come segue:

$$h_t(D) = a_1 \cdot w_t \cdot D^n$$

dove:

- **D** = durata evento meteorico (espresso in ore)
- **a₁** = *coefficiente di scala* della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per la durata di riferimento (espresso in mm/oreⁿ)
- **w_t** = *fattore di crescita in frequenza*, dipendente dal tempo di ritorno T e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la variabile normalizzata W a media unitaria; E[W]=1 adimensionale
- **n** = esponente di scala con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali (adimensionale)

Il fattore di crescita in frequenza, w_t è calcolato mediante la seguente relazione

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

- ε = parametro di locazione
- α = parametro di scala
- κ = parametro di forma
- T = tempo di ritorno

Tali dati derivano dall'elaborazione dei dati pluviometrici con metodi statistici derivanti dal metodo dei momenti.

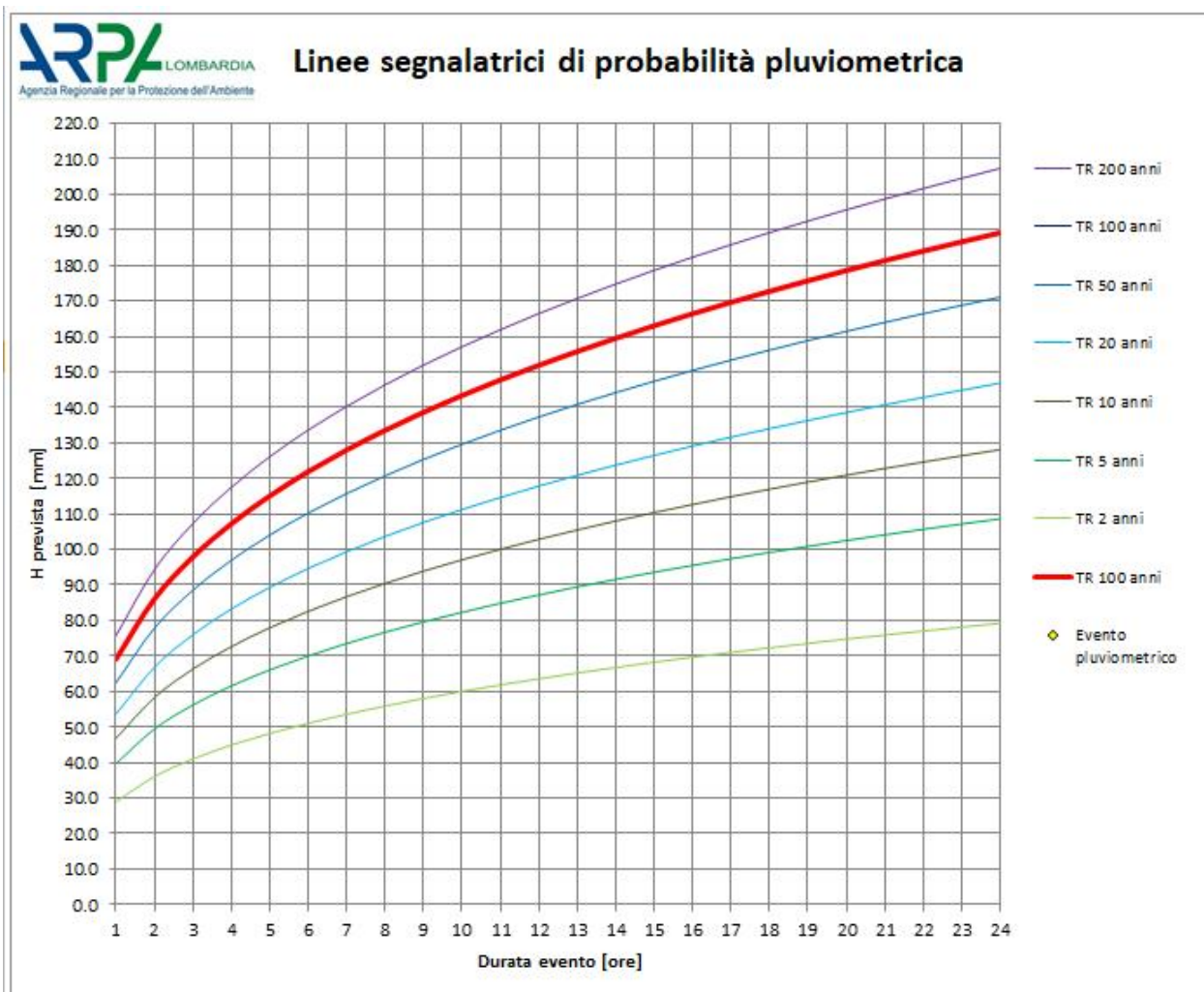
3.2. DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI PLUVIOMETRICI E DELLE LINEE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

I coefficienti pluviometrici e le conseguenti linee di possibilità pluviometrica, sono stati dunque desunti partendo dai dati disponibili direttamente sul sito <http://idro.arpalombardia.it> nell'ambito del c.d. progetto STRADA (Strategie di Adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali) ed estesi a tutto il territorio regionale; i dati relativi al bacino in esame sono di seguito raffigurati mediante grafici che mostrano le curve ottenute per eventi compresi tra 1-24 ore.

La determinazione dei coefficienti relativi alle curve di possibilità pluviometrica applicabile al bacino studiato è stata effettuata seguendo le indicazioni di ARPA Lombardia per l'elaborazione delle curve delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica.

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica



I valori risultanti sono i seguenti (tratti dal file excel di elaborazione presente sul sito ARPA):



Calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore

Località: *CARPINE*

Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario **30.93**

N - Coefficiente di scala **0.317**

GEV - parametro alpha **0.3064**

GEV - parametro kappa **-0.0005**

GEV - parametro epsilon **0.8227**

Linea segnalatrice

Tempo di ritorno (anni) **100**

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Considerando diversi valori dei tempi di ritorno e delle durate degli eventi si ottengono i seguenti valori di precipitazione (tratti dal file excel di elaborazione presente sul sito ARPA):

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0.93501	1.28245	1.51260	1.73344	2.01942	2.23381	2.44749	2.23380795
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	28.9	39.7	46.8	53.6	62.5	69.1	75.7	69.0916798
2	36.0	49.4	58.3	66.8	77.8	86.1	94.3	86.0700907
3	41.0	56.2	66.3	76.0	88.5	97.9	107.2	97.8753188
4	44.9	61.6	72.6	83.2	96.9	107.2	117.5	107.220732
5	48.2	66.1	77.9	89.3	104.0	115.1	126.1	115.079838
6	51.0	70.0	82.6	94.6	110.2	121.9	133.6	121.926947
7	53.6	73.5	86.7	99.4	115.7	128.0	140.3	128.032973
8	55.9	76.7	90.4	103.6	120.7	133.6	146.3	133.568878
9	58.0	79.6	93.9	107.6	125.3	138.7	151.9	138.650241
10	60.0	82.3	97.1	111.2	129.6	143.4	157.1	143.35926
11	61.8	84.8	100.1	114.7	133.6	147.8	161.9	147.756717
12	63.6	87.2	102.9	117.9	137.3	151.9	166.4	151.888959
13	65.2	89.4	105.5	120.9	140.8	155.8	170.7	155.79223
14	66.8	91.6	108.0	123.8	144.2	159.5	174.8	159.495465
15	68.2	93.6	110.4	126.5	147.4	163.0	178.6	163.022174
16	69.6	95.5	112.7	129.1	150.4	166.4	182.3	166.391749
17	71.0	97.4	114.9	131.6	153.3	169.6	185.8	169.620391
18	72.3	99.2	117.0	134.0	156.1	172.7	189.2	172.721792
19	73.5	100.9	119.0	136.3	158.8	175.7	192.5	175.707639
20	74.8	102.5	120.9	138.6	161.4	178.6	195.7	178.587995
21	75.9	104.1	122.8	140.7	164.0	181.4	198.7	181.371593
22	77.0	105.7	124.6	142.8	166.4	184.1	201.7	184.066071
23	78.1	107.2	126.4	144.9	168.8	186.7	204.5	186.678145
24	79.2	108.6	128.1	146.8	171.1	189.2	207.3	189.21376

4. STUDIO IDRAULICO DEL CORSO D'ACQUA

Data l'assenza di stazioni idrometriche di misura e registrazioni di serie storiche di portate di piena al colmo, le analisi delle portate devono essere effettuate mediante metodi indiretti che permettano di effettuare una stima delle portate al colmo di piena conoscendo a priori le caratteristiche pluviometriche, i principali parametri morfometrici ed il coefficiente di deflusso del bacino esaminato.

Il calcolo della portata di piena di assegnato tempo di ritorno è stato quindi effettuato attraverso l'analisi della pluviometria della zona descritte in precedenza e la successiva applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

4.1. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA DI PROGETTO

Lo studio dei fenomeni di piena consiste principalmente nella ricerca dei valori massimi di portata al colmo associati a prefissati tempi di ritorno e, successivamente, al calcolo della simulazione della formazione dell'intera onda di piena durante una data precipitazione, di progetto o reale.

Il calcolo delle portate al colmo ha interesse primario per la risoluzione di problemi di dimensionamento e verifica degli alvei; nel caso in esame si è fatto riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

La portata al colmo di piena è stata dedotta mediante l'applicazione di un modello idrologico che a partire dall'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse utilizza un modello "afflussi-deflussi" per la trasformazione in portate; tali modelli rispondono all'esigenza di ottenere, in mancanza di dati di misura, una valutazione delle portate di piena prevedibili per assegnati tempi di ritorno in una sezione di un corso d'acqua che sottende un bacino di piccole dimensioni.

La portata al colmo di piena è stata dedotta mediante l'applicazione di un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi effettuata con l'ausilio del programma URBIS elaborato dal Centro Studi Idraulica Urbana del Politecnico di Milano.

Il modello, prevede l'introduzione di alcune semplificazioni quali:

- il valore delle piogge di riferimento per l'area oggetto di studio siano d'intensità costante per tutta la durata dell'evento meteorico;
- le piogge siano distribuite in modo omogeneo su tutto il bacino idrografico di riferimento, procedendo anche al ragguaglio delle stesse piogge rispetto all'area applicando la procedura di Wallingford.

La ricostruzione degli idrogrammi di piena relativi al tempo di ritorno centenario è stata effettuata considerando le seguenti condizioni:

- coefficienti della curva LSPP (per la ricostruzione della curva di possibilità pluviometrica) ottenuti dal sito <http://idro.arpalombardia.it>;
- intervallo di registrazione dei dati: 1';
- ietogramma di progetto rettangolare di durata pari al tempo di corrivazione; mediante la formula di Giandotti il tempo di corrivazione è stato calcolato in 0.88 ore (pari a 53').

- coefficiente di deflusso 0,50;
- formazione dell'idrogramma unitario con il metodo della corrivazione con curve aree-tempi lineare.

La portata al colmo è stata elaborata mediante la convoluzione dell'istogramma netto con l'idrogramma unitario; l'applicazione di tale metodologia ha condotto ad una portata al colmo pari a 24.2 mc/s.

4.1.1. Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Tale parametro è normalmente calcolato mediante l'utilizzo di formule empiriche tra le quali più usata è quella di Giandotti (1934, 1937), utilizzata anche in questo frangente, che considera l'area del bacino, la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo e l'altitudine media del bacino.

Assunti i dati geometrici del bacino, attraverso l'utilizzo della formula di Giandotti è stato calcolato un tempo di corrivazione di 0.88 ore (circa 53 minuti).

4.1.2. Calcolo del coefficiente di deflusso

La stima del coefficiente di deflusso è complessa e costituisce un elemento di potenziale incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. È possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili.

Al fine di attribuire un coefficiente di deflusso unitario all'intero bacino individuato per il corso d'acqua oggetto di studio, si è proceduto calcolando l'estensione delle varie tipologie di superfici che lo compongono (urbanizzate e naturali a medio-elevata pendenza) ed effettuando una media ponderata dei coefficienti forniti dallo studio PAI "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" secondo i valori suggeriti dall'American Society of Civil Engineers.

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Tipo di superficie	Area boscata (Km ²)	Area prato (Km ²)	Area pavimentata (Km ²)	Area totale (Km ²)
Estensione	1.58	0.29	0.59	2.46
Coefficiente di deflusso	0.35	0.45	0.9	0,494
				MEDIA PONDERATA

4.2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA AL COLMO (Tr= 100 ANNI)

Per il bacino idrografico sotteso dalla sezione in esame sono state dunque considerati i parametri riassunti nella successiva tabella:

Superficie (Km ²)	Lungh. asta principale (Km)	Quota max (m s.l.m.)	Quota min (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Coefficiente deflusso	Tempo di corruzione – Giandotti (ore)
2.46	2.89	788	210	438	0.50	0.88

5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Le simulazioni effettuate e di seguito descritte hanno consentito di ricostruire, nell'ipotesi di un moto permanente uniforme l'andamento delle altezze idriche in corrispondenza della sezione di riferimento ubicata presso il punto di scarico.

Le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando la legge del moto uniforme di Chèzy, nella quale la velocità media della corrente idrica è funzione delle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza e geometria trasversale) e del corpo d'acqua (profondità, area bagnata e raggio idraulico):

$$V_m = \chi * \sqrt{R} * i$$

dove:

i = pendenza dell'alveo

R = raggio idraulico

χ = coefficiente di scabrezza secondo Strickler ($C * R$)

e dove:

C = è un coefficiente che varia tra 15 e 60 per alvei naturali

da cui si ricava la portata:

$$Q = A * C * \sqrt{R} * i$$

La relazione sopra scritta è legata in modo univoco all'altezza idrometrica (h) in condizioni di moto uniforme e costituisce la "scala delle portate" della sezione.

Sono stati utilizzati come riferimenti dalla letteratura valori dei coefficienti di scabrezza caratteristici di corsi d'acqua naturali: per il corso d'acqua in oggetto è stato individuato un valore del coefficiente di scabrezza pari a 25 mentre i tratti laterali sono risultati compresi tra 62.5 (tratti asfaltati) e 28 (tratti con vegetazione).

Sono state quindi calcolate le altezze idriche attese in occasione della portata massima attesa per un evento con tempo di ritorno pari a 100 anni (Q_{100}).

5.1. RICOSTRUZIONE DEI PROFILI IDRAULICI DI PIENA

Lo studio idraulico del tratto di interesse è stato condotto sia mediante l'utilizzo delle formule sopra descritte, implementate in specifici fogli di calcolo, sia con l'ausilio del pacchetto applicativo HEC-RAS 5.0.7 realizzato dall'U.S. Army Corps of Engineering; tale programma ha consentito in particolare la ricostruzione dei profili idrici di piena in condizioni di moto permanente lungo il tratto rilevato.

5.1.1. Assetto geometrico dell'alveo

La ricostruzione geometrica dell'alveo è stata effettuata inserendo nel software i profili delle sezione rilevate, mediante un sistema di coordinate x (station) ed y (elevation).

Il corretto posizionamento delle sezioni è stato effettuato inserendo, per ciascuna, le distanze rispetto a quella posta immediatamente a valle sia relativamente al canale principale di deflusso delle piene ordinarie (channel) che ai settori laterali posti in sinistra e destra idrografica (left e right overbank).

Nel settore di interesse il canale principale presenta sezioni all'incirca trapezoidali con larghezze di fondo alveo nell'ordine dei 3 m, mentre si può attribuire al tratto in esame una pendenza media che, pur condizionata in dettaglio da alcuni settori di accumulo di materiale detritico, è pari mediamente all'incirca al 4%.

La geometria delle sezioni, all'altezza dell'area di interesse, consente di evidenziare come la sponda idrografica sinistra sia decisamente più elevata rispetto alla sponda destra, in quanto costituita direttamente dal versante dei rilievi presenti.

La sponda destra è delimitata da un piccolo rilevato avente sezione trapezoidale, con altezza di circa 40 cm rispetto alla strada presente in fregio (tratto di Via Cantelli) e costituisce di conseguenza il punto di riferimento per la definizione della massima portata smaltibile dall'alveo; si può evidenziare come eventuali portate di piena con elevati tempi di ritorno possano essere in parte "smaltite" lungo il tratto asfaltato di via Cantelli che risulta delimitato sul da un muro di recinzione continuo in muratura, che può a sua volta svolgere una funzione di contenimento.

5.1.2. Modalità di deflusso di piena

Il profilo idrico di piena della corrente è stato valutato nella condizione di moto stazionario monodimensionale con portata costante e geometria variabile dell'alveo (steady flow analysis) assumendo come condizioni al contorno delle sezioni estreme poste a monte e valle del tratto in esame le altezze critiche.

Le simulazioni sono state effettuate considerando una condizione di regime misto (mixed flow regime).

Sezione	Portata di progetto (mc/s) – Q100	Condizione al contorno
a monte (sezione 13)	Altezza critica	24.2 mc/s (costante)
a valle (sezione 1)	Altezza critica	

5.1.3. Determinazione della portata massima di deflusso

Tali portate vanno considerate come il volume massimo di acqua transitabile nell'unità di tempo, oltre il quale i livelli idrici supererebbero i cigli di sponda superiori dando luogo ad una espansione delle acque in corrispondenza dei settori in destra idrografica posti in fregio al corso d'acqua; mediante l'ausilio del software citato è stata stimata una massima portata, all'altezza del tratto più critico compreso tra le sezioni 2 e 3 nell'ordine dei 10 mc/s.

5.1.4. Profili idrici di piena con portata 100 anni

Si è successivamente effettuata mediante il software Hec-Ras, la valutazione degli effetti del transito della portata di piena che nel tratto in esame, in fregio a Via Cantelli, evidenzia come l'alveo divenga insufficiente a partire dalle sezioni 3 e 2, quindi a partire dal tratto posto poco a monte all'insediamento del civico 2; nel tratto immediatamente più a monte, all'incirca all'altezza del parcheggio asfaltato l'alveo appare viceversa in grado di contenere le piene centennali.

Nell'alveo vengono a formarsi altezze idriche nell'ordine di 1.25 m da fondo alveo, rimanendo dunque in gran parte confinata nell'alveo di magra mentre parte del deflusso avviene lungo la strada (Via Cantelli) posta in destra idrografica, con un

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica

battente che all'altezza delle sezioni 2 e 3 risulta pari a circa 0.20 m; tali risultanze sono del tutto congruenti con le evidenze relative ad eventi pregressi.

Analizzando alcuni dati di output del software si è potuto verificare come all'altezza delle sezione 2, quella più prossima all'imbocco di via Cantelli, la portata che defluisce nell'alveo principale risulta pari a 18.44 mc/s, mentre esternamente all'alveo nel settore in destra idrografica di Via Cantelli, scorrono i restanti 5.76 mc/s.

Profile Output Table - Standard Table 2											
HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Carpine Reach: 1 Profile: PF 1											
Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
1	13	PF 1	222.00	221.60	0.41	0.08	0.02	5.00	19.09	0.12	10.51
1	12	PF 1	221.61	221.48	0.12	0.00	0.02	5.09	17.10	2.01	16.89
1	11	PF 1	221.57	221.54	0.03	0.00	0.00	2.00	16.57	5.62	19.86
1	10	PF 1	221.57	221.51	0.05	0.00	0.00	3.66	13.63	6.91	13.60
1	9	PF 1	221.46	220.87	0.59	0.07	0.00	0.97	22.32	0.91	4.87
1	8	PF 1	220.95	220.16	0.79	0.16	0.02	1.09	23.11		4.95
1	7	PF 1	216.24	215.41	0.83	0.16	0.07	2.58	21.62		8.99
1	6	PF 1	215.40	214.78	0.62	0.08	0.06	0.43	23.77		10.52
1	5	PF 1	215.03	214.58	0.46	0.08	0.00	6.63	17.57	0.00	9.23
1	4	PF 1	213.86	212.56	1.30	0.04	0.01		24.20		5.87
1	3	PF 1	213.40	212.81	0.59	0.07	0.01		19.12	5.08	16.19
1	2	PF 1	212.85	212.02	0.83	0.16	0.05		18.44	5.76	12.90
1	1	PF 1	208.16	207.35	0.81				24.20		6.56

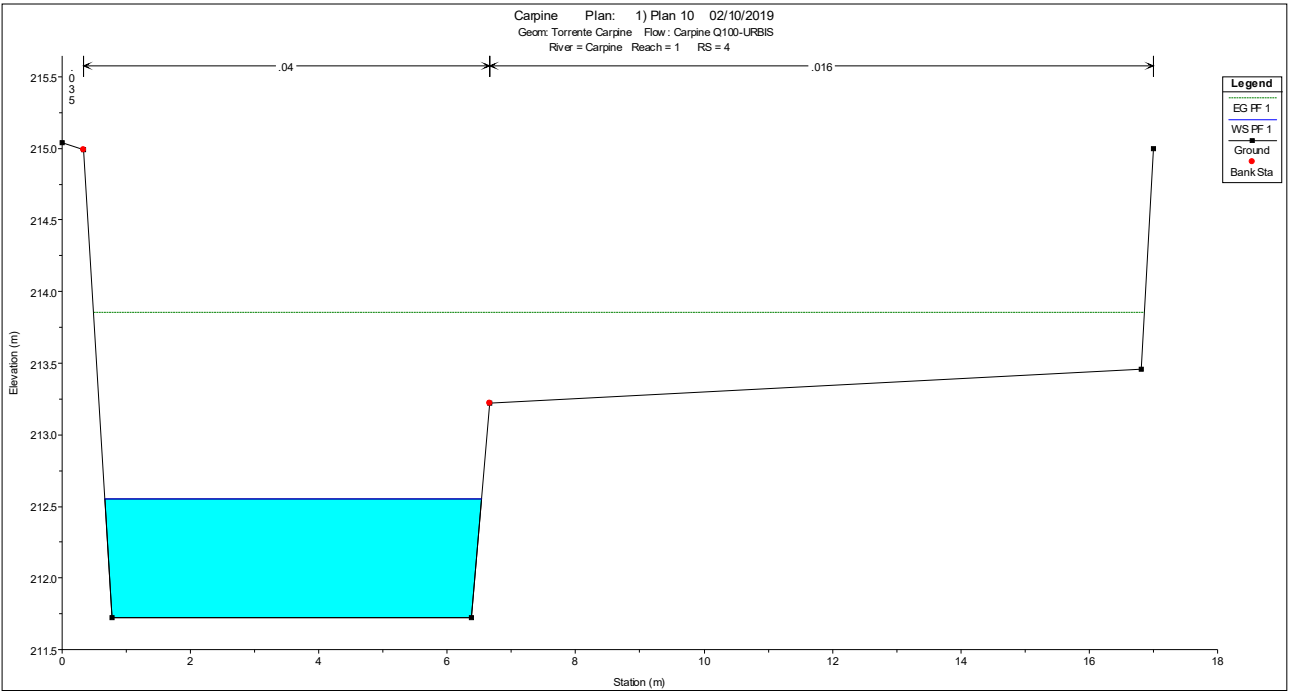
Di seguito sono riportati i grafici rappresentativi delle sezioni principali e il profilo idraulico risultante dalle simulazioni.

Relazione tecnica

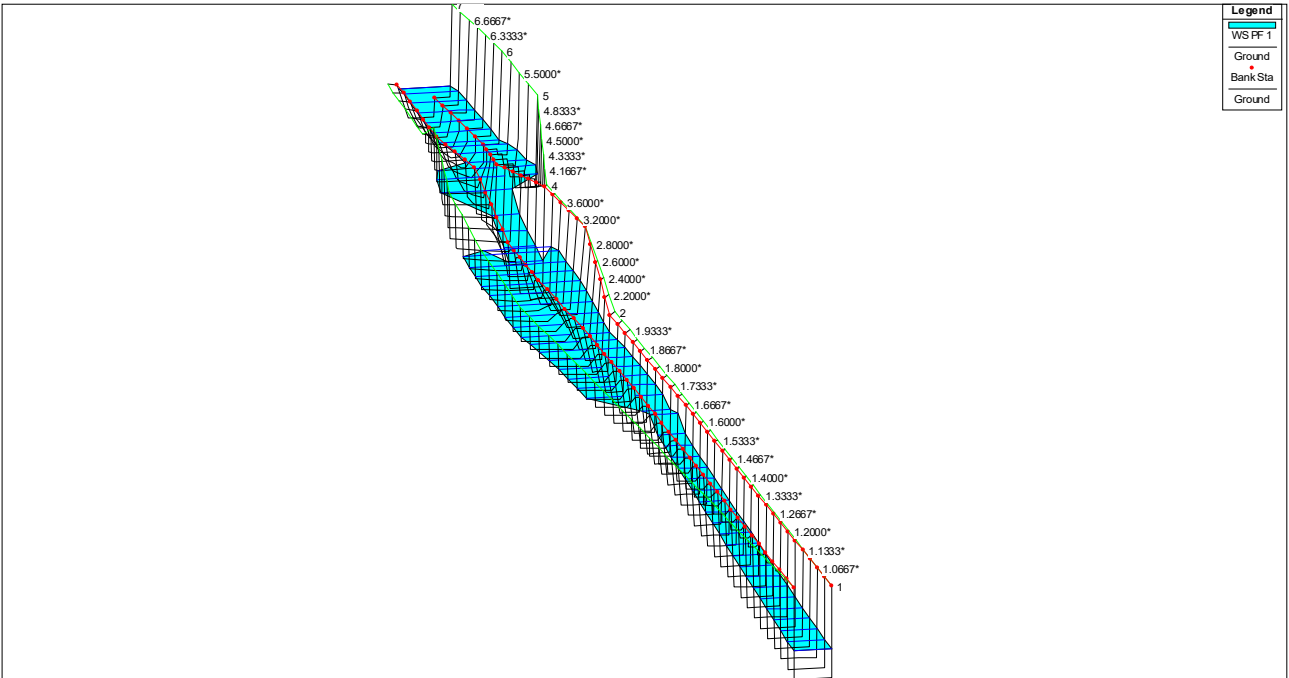


Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

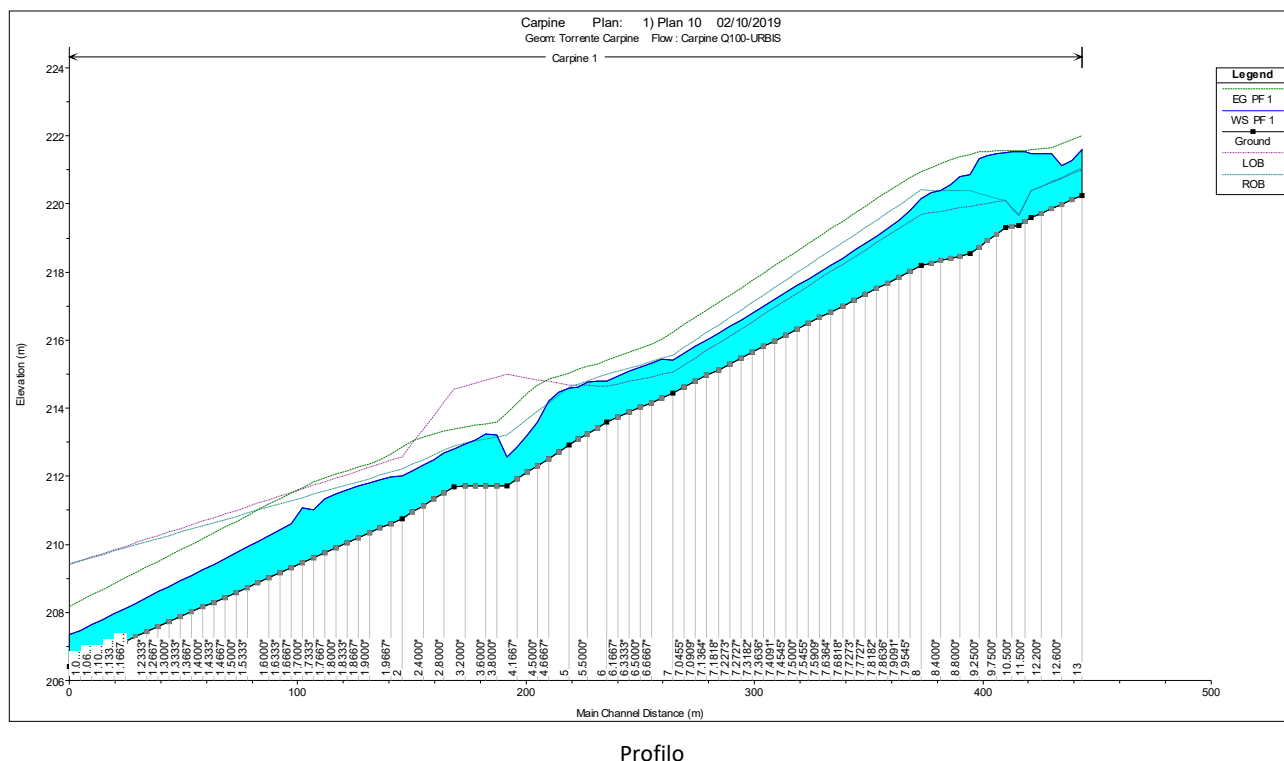
Relazione tecnica



Sezione 4 – livello idrico Q100



Schema semplificato 3d – area di studio compresa tra sezioni 7-1



Al fine di definire il grado di pericolosità dei settori in sponda idrografica destra, sono state effettuate ulteriori valutazioni relativamente a due ambiti definiti rispettivamente come segue:

- A. Via Cantelli – parcheggio ad est del tracciato ferroviario
- B. Ambito prativo compreso tra Via Cantelli (ad ovest del sottopassaggio ferroviario) e Corso Europa

Al fine di definire le caratteristiche dell'onda di piena che potrebbe propagarsi in tali ambiti, a partire dal rilievo topografico effettuato, sono state ricostruite alcune sezioni di deflusso implementandole in HEC-RAS (sezioni 20-14 nel settore A e sezioni 30-28 nel settore B - *Figura 4*).

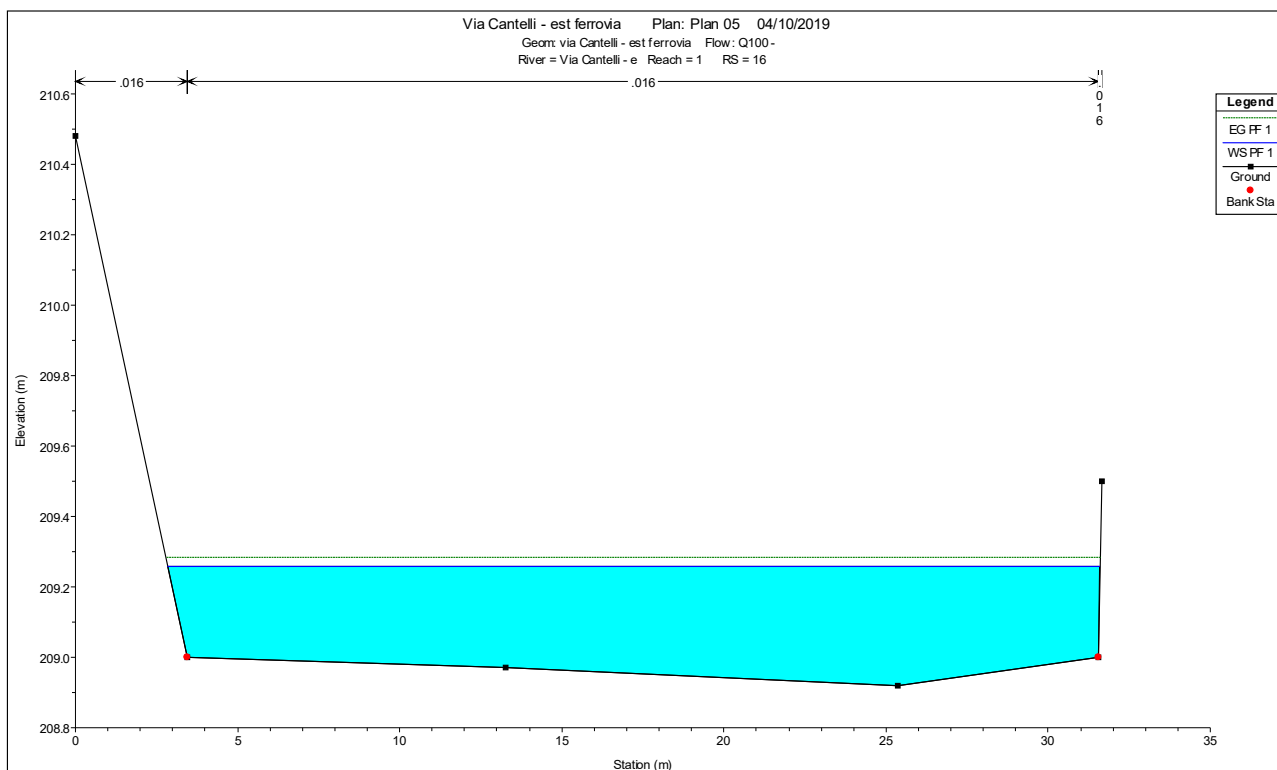
5.1.5. Profili idrici di piena con portata 100 anni – settore A (est rilevato ferroviario)

Considerando, cautelativamente, che tutta l'aliquota non contenuta nell'alveo del torrente possa indirizzarsi lungo via Cantelli, si è simulato mediante HEC-RAS lo scorrimento di una portata di 5.76 mc/s. Come tipologia di alveo sono stati mantenuti i valori di scabrezza propri di tratti asfaltati.

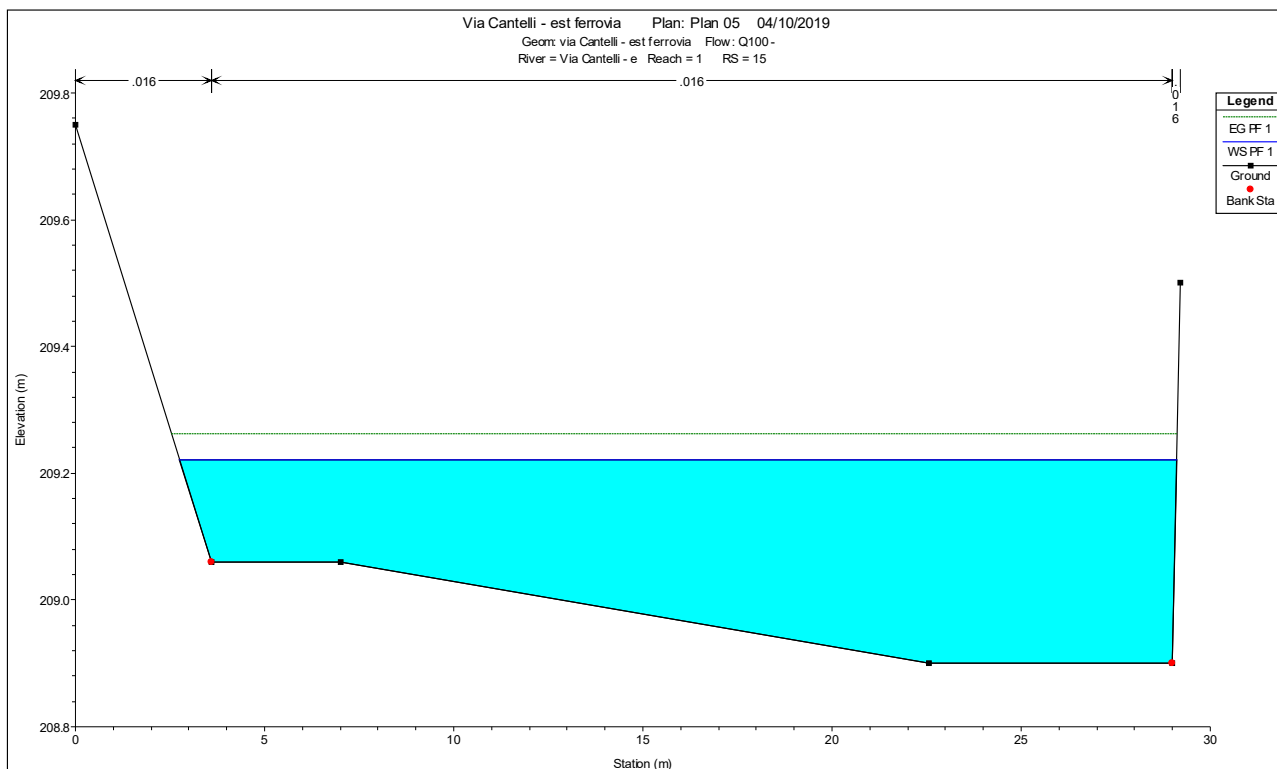
Gli esiti della simulazione evidenziano come lungo via Cantelli sia ipotizzabile lo scorrimento di una corrente con altezza idrica nell'ordine dei 20-30 cm così come un analogo tirante risulterebbe in corrispondenza dell'area parcheggio.

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica



Sezione 16 – livello idrico Q100



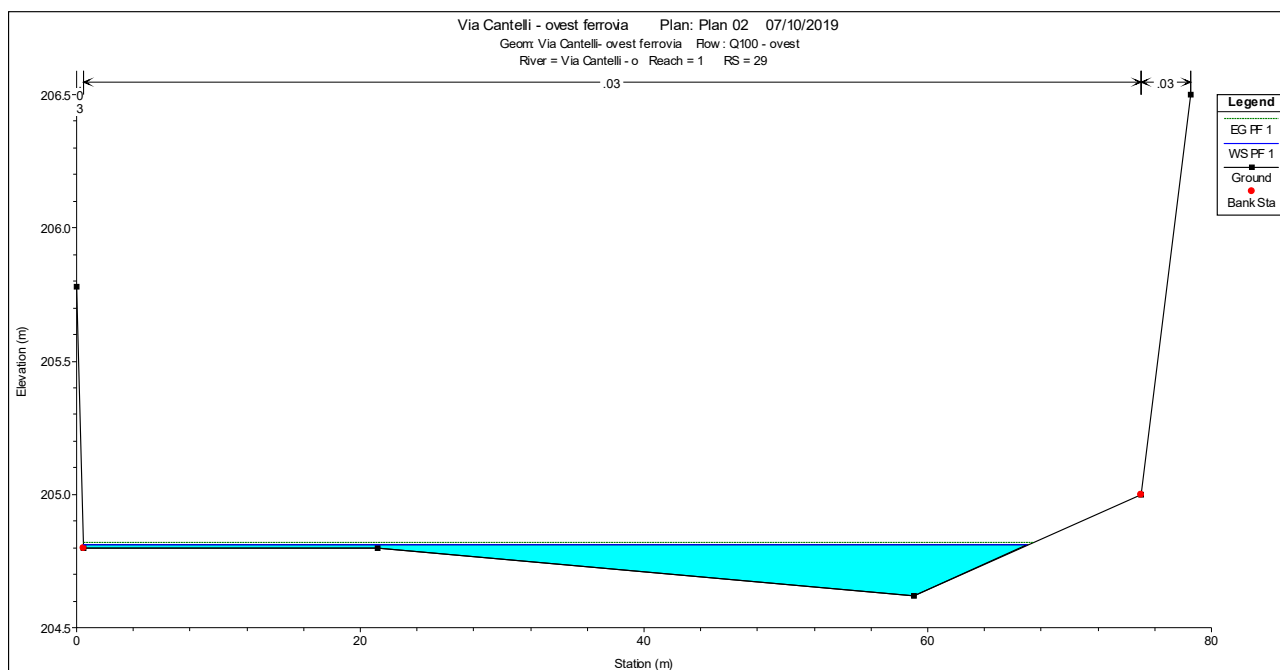
Sezione 15 – livello idrico Q100

5.1.6. Profili idrici di piena con portata 100 anni – settore B (ovest tracciato ferroviario)

Tale settore potrà essere interessato dalla quota parte della portata di 5.76 mc/s proveniente dal torrente Carpine che si incanala nel sottopasso ferroviario; al fine di effettuare una stima di tale aliquota è stata effettuata una simulazione sempre mediante HEC-RAS, ipotizzando un alveo coincidente con il tracciato di Via Cantelli e comprendente il tratto che interessa il sottopasso ferroviario. In tal modo è stato ipotizzato che il settore di parcheggio rappresenti una sorta di settore golenale di espansione della piena posta in destra idrografica.

Analizzando le risultanze del software di calcolo si è potuto stimare che attraverso il sottopasso defluiscano 2.22 mc/s rispetto ai 5.76 mc/s complessivi.

Effettuando la simulazione in corrispondenza del settore in esame nell'area prativa sono attesi, solo nei settori più depressi altezze idriche inferiori a 20 cm e velocità inferiore a 0.6 m/s.



Sezione 29 – livello idrico Q100

6. NOTE SULLA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

Ai fini della valutazione dei livelli di pericolosità e rischio nelle sono stati confrontati i tiranti idrici con il grafico di cui al punto 3.4-allegato 4; successivamente, applicando le matrici di cui al punto 3.5-allegato 4, si può determinare il livello di rischio.

Applicando i criteri di cui all'Allegato 4 della D.g.r. 2616/2011 - *Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione* ed in particolare al § 3.4-zonazione della pericolosità, si possono attribuire i seguenti livelli di pericolosità e rischio:

- Settore A - pericolosità elevata H3
- Settore B - pericolosità media H2

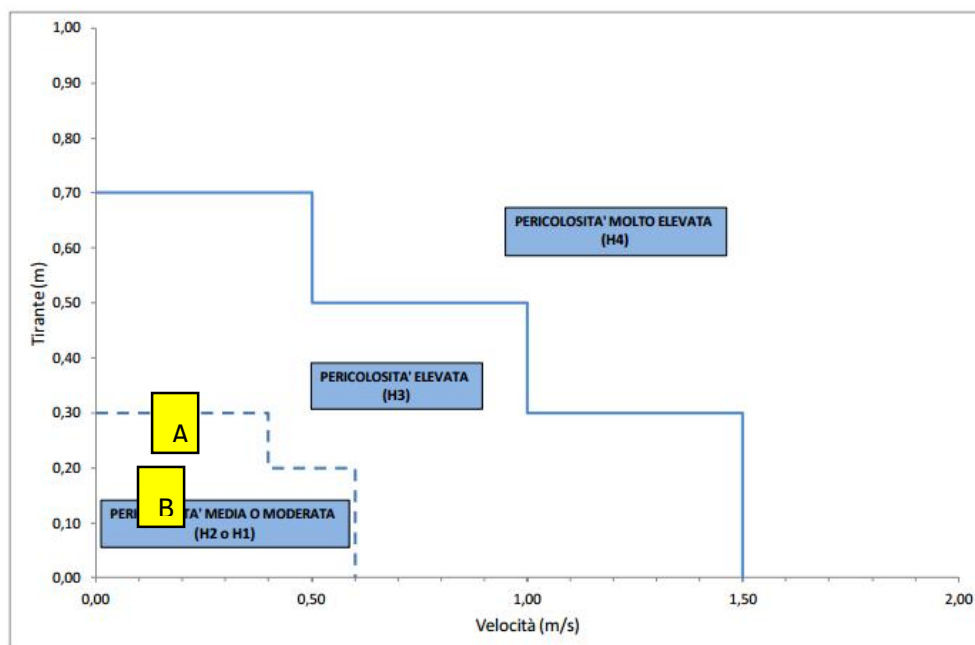


Grafico di cui al § 3.4 dell'Allegato 4 – dgr 2616/2011 – zonazione della pericolosità

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Carpine

Relazione tecnica

<i>DANNO POTENZIALE</i>	<i>ELEMENTI A RISCHIO</i>
<i>Grave (E4)</i>	<i>Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale</i>
<i>Medio (E3)</i>	<i>Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie</i>
<i>Moderato (E2)</i>	<i>Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)</i>
<i>Basso (E1)</i>	<i>Seminativi</i>

Ponendo (a favore di sicurezza) la vulnerabilità pari a 1, il rischio idraulico deriva dall'intersezione di pericolo e danno potenziale, come di seguito riportato:

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

Grafico di cui al § 3.5 dell'Allegato 4 – dgr 2616/2011 – zonazione del rischio

In base alle risultanze sopra riportate si può dunque attribuire un grado di rischio R3 al settore est, interessato da un danno potenziale medio (E3) dato dalla presenza di infrastrutture viarie secondarie; al settore ovest può essere associato un rischio R2 anche nell'eventualità della presenza di infrastrutture viarie e di insediamenti residenziali e/o produttivi (E4).

In relazione alla classe di fattibilità da attribuire a tali perimetrazioni, si ritiene che per i settori esaminati, ricadenti in classe H2 e/o H3, sia congruente attribuire ad entrambi i settori una classe di legenda PAI riconducibile ad eventi di esondazione, definite rispettivamente come Eb ed Em (cfr. Tabella 2 di correlazione di cui alla D.g.r. 2616/2011); di conseguenza considerando le Norme geologiche di piano si ritiene opportuna la seguente attribuzione (riportata nelle cartografie):

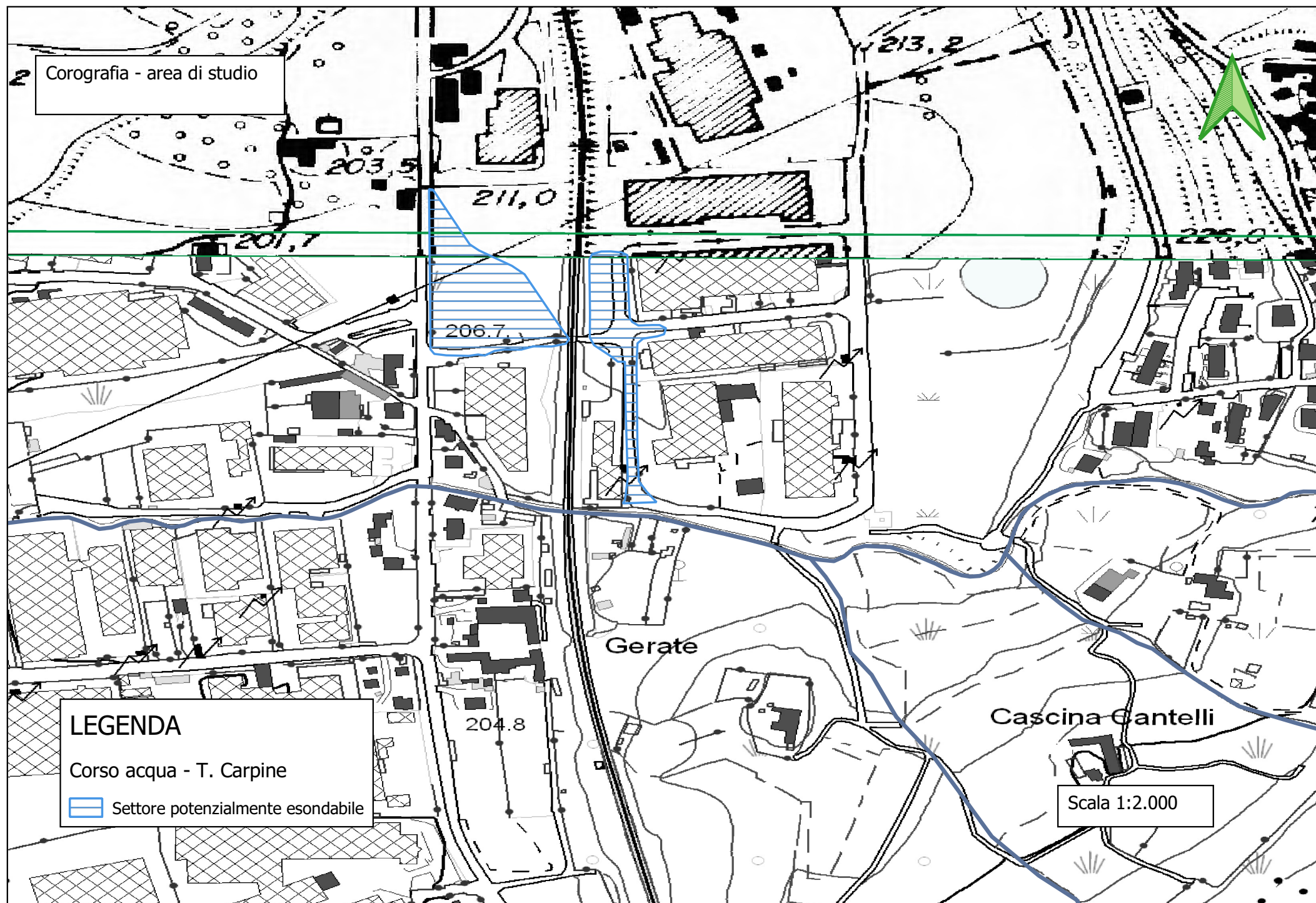
- Settore A (est rilevato ferroviario) - pericolosità elevata H3 – *Sottoclasse 3c*
- Settore B (ovest rilevato ferroviario) - pericolosità media H2 - *Sottoclasse 3f*

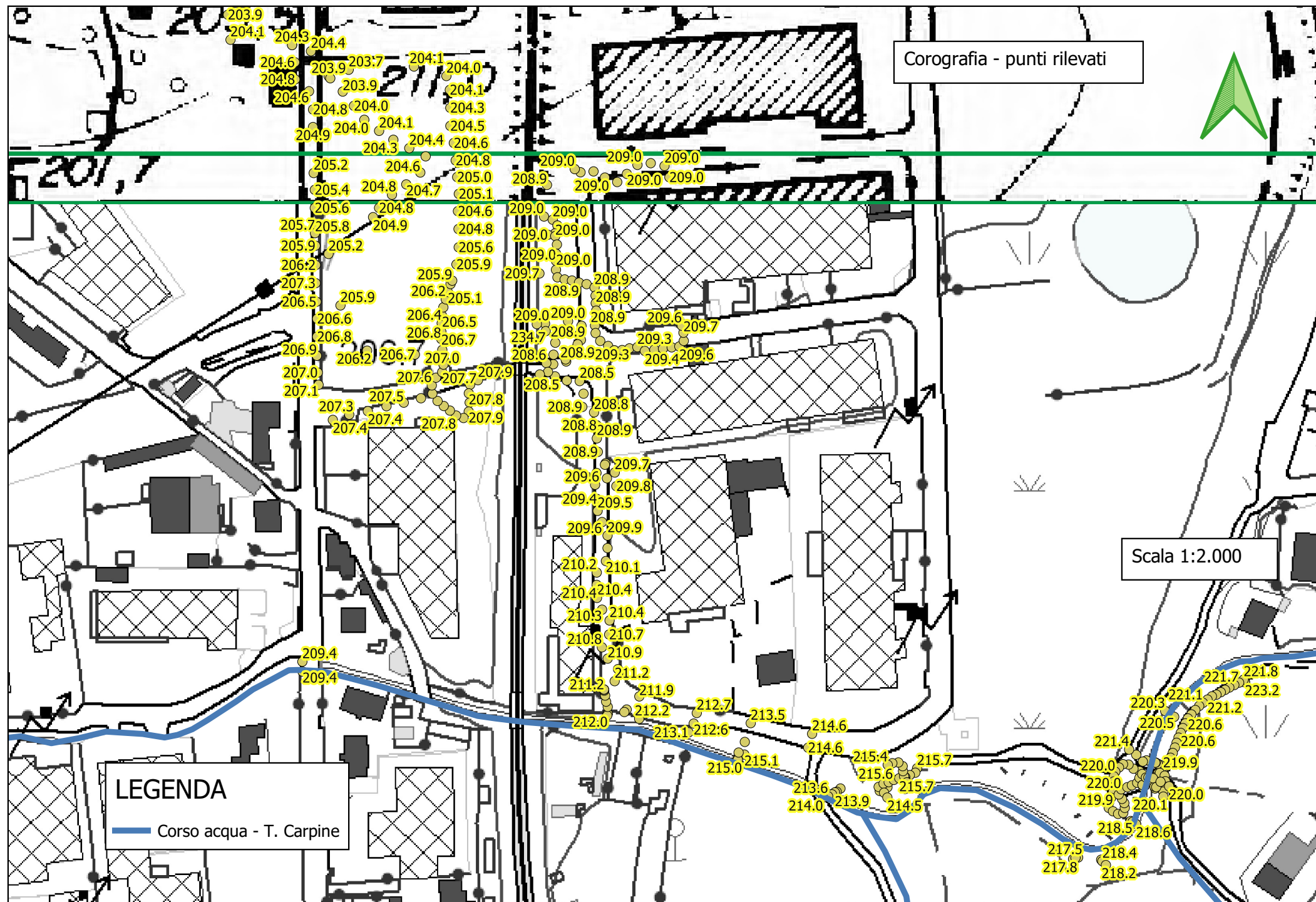
Inoltre, si evidenzia come in corrispondenza del settore B si ritiene più adatto alla situazione topografica locale estendere la perimetrazione a tutta l'area prativa, sino ai piedi del rilevato ferroviario (*Figura 5*).

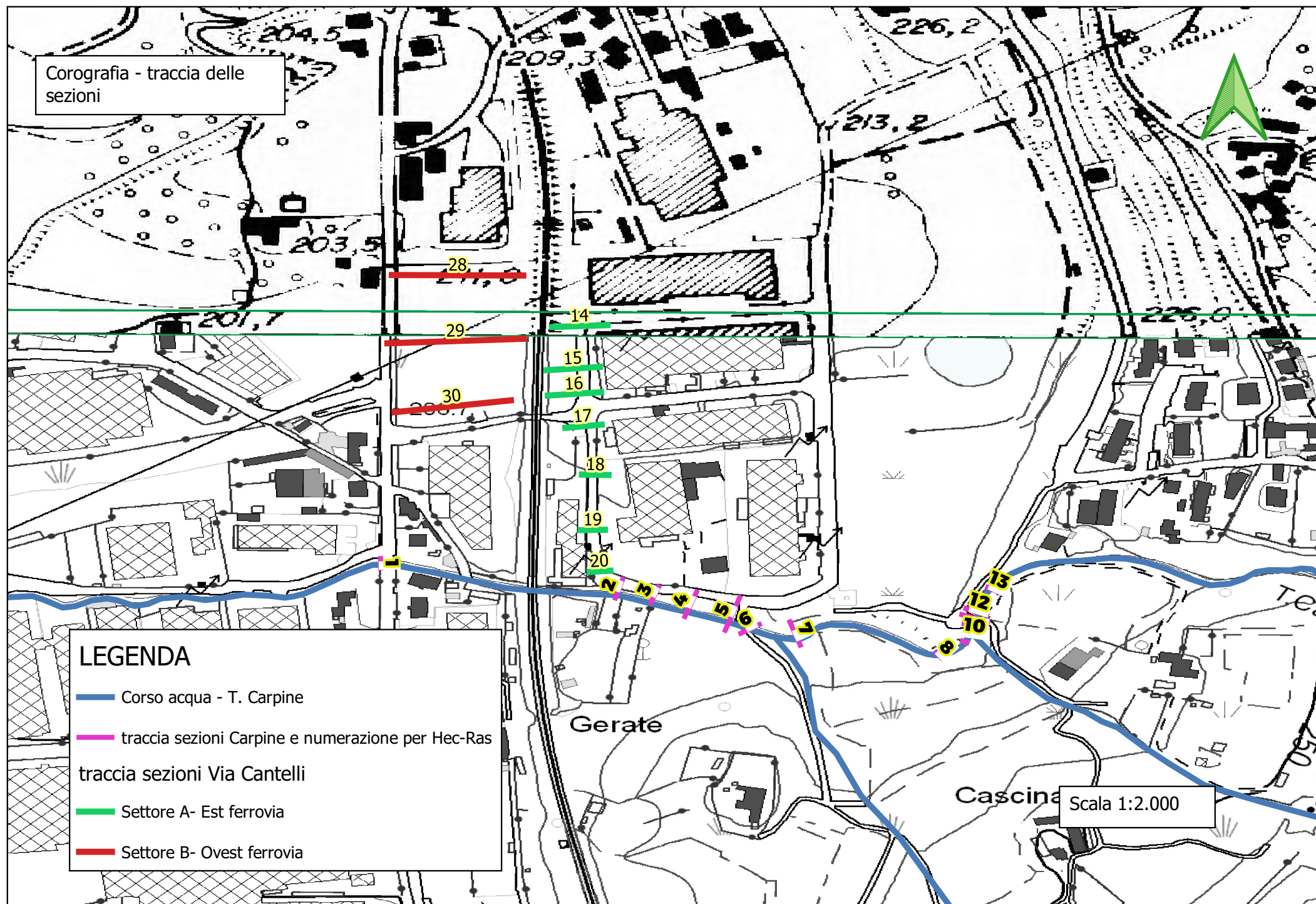
ALLEGATI

.....

- 1 Corografia – area di studio
- 2 Corografia – punti quotati
- 3 Corografia – traccia delle sezioni e numerazione per Hec-Ras
- 4 Corografia – traccia delle sezioni e numerazione per Hec-Ras (base satellitare)
- 5 Attribuzione classi di fattibilità







Corografia - traccia delle
sezioni

LEGENDA

Corso acqua - T. Carpine

traccia sezioni Carpine e numerazione per Hec-Ras

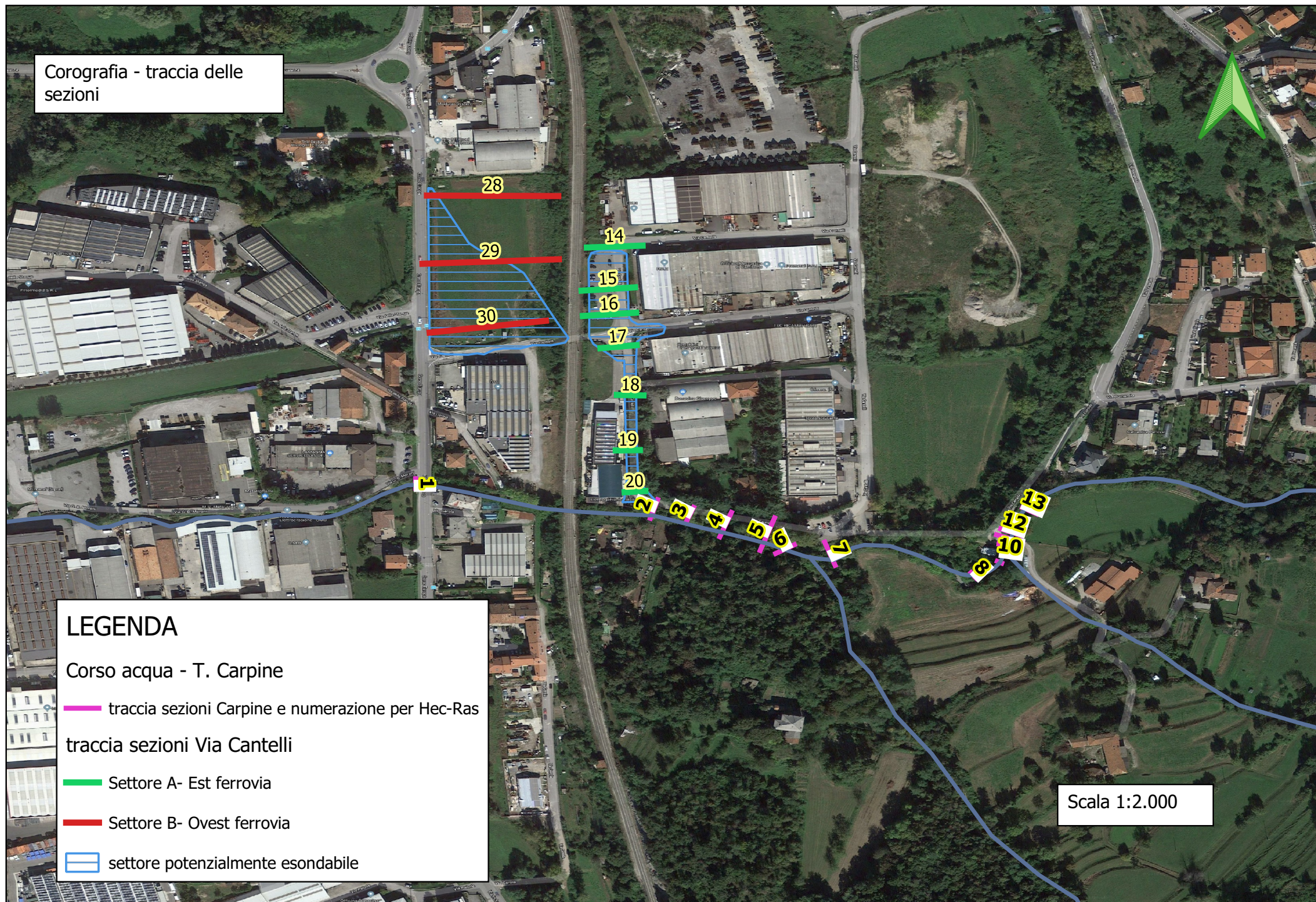
traccia sezioni Via Cantelli

Settore A- Est ferrovia

Settore B- Ovest ferrovia

settoe potenzialmente esondabile

Scala 1:2.000





LEGENDA

Corso acqua - T. Carpine
Classi di fattibilità attribuite

 Eb - Sottoclasse 3C

 Em - Sottoclasse 3F

Scala 1:2.000



STUDIO DI DETTAGLIO TORRENTE PREMIERLANO



Comune di Calolziocorte

Piazza Vittorio Veneto, 13

23801 Calolziocorte (LC)



Progetto

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

aggiornamento ai sensi della D.G.R. n. IX/2616 del 30 Novembre 2011 e
della D.G.R. n. X/6738 del 19 Giugno 2017

Oggetto

**STUDIO IDRAULICO DI DETTAGLIO
– TORRENTE PREMIERLANO**

Data: 27 luglio 2020

Riferimento: 2018 121-132

Revisione: 01

allegata alla delibera di approvazione

il progettista

il Sindaco

Viger Srl
CF, P. Iva n. 02748500135
Sede legale: via Morazzone 21
22100 Como

Sede amministrativa e gestio-
nale:
via Cellini 16/C
22071 Cadorago (CO) Italia

Autore: mac
mod: nnn-95 rel_tecnica 09.dot

Indice

1. DESCRIZIONE AREA DI STUDIO	3
2. STUDIO IDRAULICO DEL CORSO D'ACQUA	4
2.1. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA DI PROGETTO	4
2.1.1. <i>Calcolo del tempo di corrivazione</i>	5
2.1.2. <i>Calcolo del coefficiente di deflusso</i>	5
2.2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA AL COLMO ($T_R = 100$ ANNI)	6
3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	7
3.1. RICOSTRUZIONE DEI PROFILI IDRAULICI DI PIENA.....	7
3.1.1. <i>Assetto geometrico dell'alveo</i>	7
3.1.2. <i>Profili idrici di piena con portata 100 anni</i>	8
4. NOTE SULLA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO	9
ALLEGATI	10

1. DESCRIZIONE AREA DI STUDIO

Un'analoga valutazione è stata effettuata al fine di rivalutare l'attribuzione di due aree poste a valle di tratti intubati del torrente Premerlano, poste rispettivamente in fregio (lato nord) e a valle di via S.S. Cosma e Damiano (Figura 1).

Al riguardo, utilizzando i medesimi dati generali e metodologici descritti nell'approfondimento relativo al torrente Carpine, è stata effettuata una verifica idraulica in corrispondenza del punto ritenuto maggiormente critico, posto immediatamente a monte di via Pomarolo dove il corso d'acqua viene tombinato.

Il bacino idrografico del Torrente Premerlano presenta il punto topograficamente più elevato nel comune di Calolziocorte, alla quota di ca. 757 m s.l.m. in località la Piazza e sfocia nel fiume Adda, alla quota di circa 197 m s.l.m..

Ai fini della presente valutazione, la sezione di chiusura è stata assunta all'altezza di Via Pomarolo, ad una quota topografica determinata pari a 220 m s.l.m..

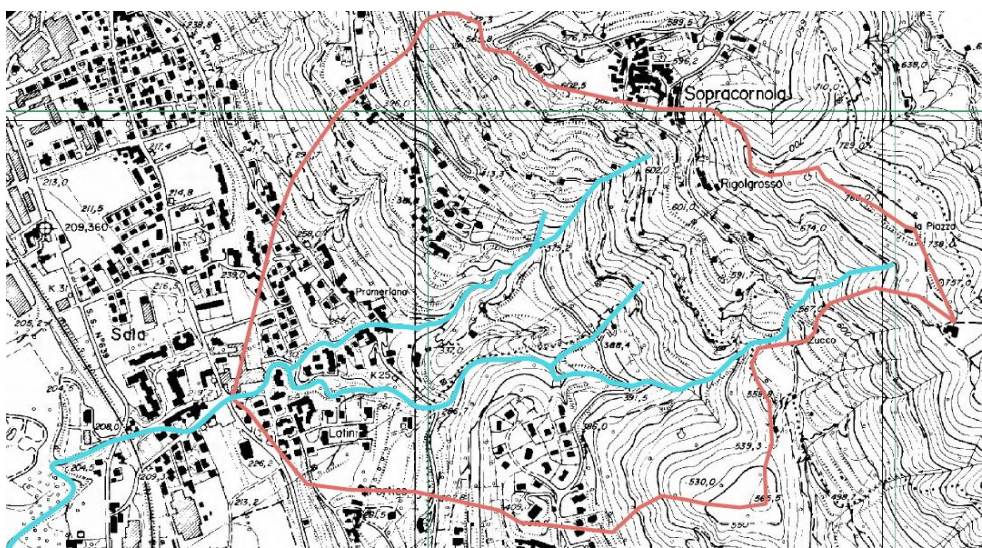


Figura 1. Limite del bacino idrografico del Torrente Premerlano (tratto rosso)

Le caratteristiche del bacino idrografico, misurate in corrispondenza della sezione di chiusura, sono di seguito riassunte:

- superficie del bacino= circa 1.04 kmq;
- l'asta principale si sviluppa per una lunghezza di circa 1705 m, partendo da una quota massima del bacino di circa 757 m s.l.m. fino ai circa 220 m s.l.m..

Mediante la ricostruzione della curva ipsografica è stata quindi calcolata la quota media del bacino, definita in 430 m s.l.m..

Per la ricostruzione delle caratteristiche geometriche dell'alveo è stato effettuato un rilievo in corrispondenza dell'imbocco del tratto tombinato, così da poter calcolare le portate che tale sezione è in grado di smaltire.

2. STUDIO IDRAULICO DEL CORSO D'ACQUA

Data l'assenza di stazioni idrometriche di misura e registrazioni di serie storiche di portate di piena al colmo, le analisi delle portate devono essere effettuate mediante metodi indiretti che permettano di effettuare una stima delle portate al colmo di piena conoscendo a priori le caratteristiche pluviometriche, i principali parametri morfometrici ed il coefficiente di deflusso del bacino esaminato.

Il calcolo della portata di piena di assegnato tempo di ritorno è stato quindi effettuato attraverso l'analisi della pluviometria della zona descritte in precedenza e la successiva applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

2.1. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA DI PROGETTO

Lo studio dei fenomeni di piena consiste principalmente nella ricerca dei valori massimi di portata al colmo associati a prefissati tempi di ritorno e, successivamente, al calcolo della simulazione della formazione dell'intera onda di piena durante una data precipitazione, di progetto o reale.

Il calcolo delle portate al colmo ha interesse primario per la risoluzione di problemi di dimensionamento e verifica degli alvei; nel caso in esame si è fatto riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

La portata al colmo di piena è stata dedotta mediante l'applicazione di un modello idrologico che a partire dall'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse utilizza un modello "afflussi-deflussi" per la trasformazione in portate; tali modelli rispondono all'esigenza di ottenere, in mancanza di dati di misura, una valutazione delle portate di piena prevedibili per assegnati tempi di ritorno in una sezione di un corso d'acqua che sottende un bacino di piccole dimensioni.

La portata al colmo di piena è stata dedotta mediante l'applicazione di un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi effettuata con l'ausilio del programma URBIS elaborato dal Centro Studi Idraulica Urbana del Politecnico di Milano.

Il modello, prevede l'introduzione di alcune semplificazioni quali:

- il valore delle piogge di riferimento per l'area oggetto di studio siano d'intensità costante per tutta la durata dell'evento meteorico;
- le piogge siano distribuite in modo omogeneo su tutto il bacino idrografico di riferimento, procedendo anche al ragguaglio delle stesse piogge rispetto all'area applicando la procedura di Wallingford.

La ricostruzione degli idrogrammi di piena relativi al tempo di ritorno centenario è stata effettuata considerando le seguenti condizioni:

- coefficienti della curva LSPP (per la ricostruzione della curva di possibilità pluviometrica) ottenuti dal sito <http://idro.arpalombardia.it>;
- intervallo di registrazione dei dati: 1';

- ietogramma di progetto rettangolare di durata pari al tempo di corrivazione; mediante la formula di Giandotti il tempo di corrivazione è stato calcolato in 0.57 ore (pari a 34').
- coefficiente di deflusso 0,50;
- formazione dell'idrogramma unitario con il metodo della corrivazione con curve aree-tempi lineare.

La portata al colmo è stata elaborata mediante la convoluzione dell'istogramma netto con l'idrogramma unitario; l'applicazione di tale metodologia ha condotto ad una portata al colmo pari a 13.9 mc/s.

2.1.1. Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Tale parametro è normalmente calcolato mediante l'utilizzo di formule empiriche tra le quali più usata è quella di Giandotti (1934, 1937), utilizzata anche in questo frangente, che considera l'area del bacino, la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo e l'altitudine media del bacino.

Assunti i dati geometrici del bacino, attraverso l'utilizzo della formula di Giandotti è stato calcolato un tempo di corrivazione di 0.57 ore (circa 34 minuti).

2.1.2. Calcolo del coefficiente di deflusso

La stima del coefficiente di deflusso è complessa e costituisce un elemento di potenziale incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. È possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili.

Al fine di attribuire un coefficiente di deflusso unitario all'intero bacino individuato per il corso d'acqua oggetto di studio, si è proceduto calcolando l'estensione delle varie tipologie di superfici che lo compongono (urbanizzate e naturali a medio-elevata pendenza) ed effettuando una media ponderata dei coefficienti forniti dallo studio PAI "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" secondo i valori suggeriti dall'American Society of Civil Engineers.

Studio idraulico di dettaglio – Torrente Premerlano

Relazione tecnica

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Tipo superficie	Area boscata (Km ²)	Area prato (Km ²)	Area pavimentata (Km ²)	Area totale (Km ²)
Estensione	0.73	0.07	0.23	1.03
Coefficiente di deflusso	0.35	0.45	0.9	0,478
				MEDIA PONDERATA

2.2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA AL COLMO (Tr= 100 ANNI)

Per il bacino idrografico sotteso dalla sezione in esame sono state dunque considerati i parametri riassunti nella successiva tabella:

Superficie (Km ²)	Lunghezza asta (Km)	Quota max (m s.l.m.)	Quota min (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Coefficiente deflusso	Tempo di corri- vazione – Giandotti (ore)
1.04	1.71	757	220	430	0.50	0.57

3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Le simulazioni effettuate e di seguito descritte hanno consentito di ricostruire, nell'ipotesi di un moto permanente uniforme l'andamento delle altezze idriche in corrispondenza della sezione di riferimento ubicata presso il punto di scarico.

Le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando la legge del moto uniforme di Chèzy, nella quale la velocità media della corrente idrica è funzione delle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza e geometria trasversale) e del corpo d'acqua (profondità, area bagnata e raggio idraulico):

$$V_m = \chi * \sqrt{R} * i$$

dove:

i = pendenza dell'alveo

R = raggio idraulico

χ = coefficiente di scabrezza secondo Strickler ($C * R$)

e dove:

C = è un coefficiente che varia tra 15 e 60 per alvei naturali

da cui si ricava la portata:

$$Q = A * C * \sqrt{R} * i$$

La relazione sopra scritta è legata in modo univoco all'altezza idrometrica (**h**) in condizioni di moto uniforme e costituisce la "scala delle portate" della sezione.

È stato utilizzato, per il tratto di corso d'acqua in oggetto, un valore del coefficiente di scabrezza ritenuto rappresentativo delle condizioni locali pari a 50.

Sono state quindi calcolate le altezze idriche attese in occasione della portata massima attesa per un evento con tempo di ritorno pari a 100 anni (Q100).

3.1. RICOSTRUZIONE DEI PROFILI IDRAULICI DI PIENA

Lo studio idraulico del tratto di interesse è stato condotto mediante l'utilizzo delle formule sopra descritte, implementate in specifici fogli di calcolo.

3.1.1. Assetto geometrico dell'alveo

La ricostruzione geometrica dell'alveo è stata effettuata rilevando la citata sezione che presenta larghezza nell'ordine di 1.60 m e altezza massima al colmo di 1.90 m (*Figura 3*); la pendenza media del tratto, interessato da interventi di sistemazione idraulica è pari mediamente al 12.5%.

3.1.2. Profili idrici di piena con portata 100 anni

Il profilo idrico di piena della corrente, calcolato attraverso l'uso della Formula razionale ha consentito di determinare l'officiosità idraulica della sezione di interesse.

Si è riscontrato che un'altezza del tirante idrico di 0.90 m, che determina un franco idraulico di sicurezza pari ad 1.00 m, corrisponde ad una portata di 13.94 mc/s, vale a dire con tempo di ritorno centenario.

È stata altresì calcolata la massima portata di deflusso dalla sezione di immissione nel tratto tombinato, risultata nell'ordine di 27 mc/s, quindi circa il doppio della portata centenaria.

4. NOTE SULLA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

In base alle risultanze sopra riportate, con sezione di imbocco del tratto tombinato in grado di contenere piene con tempi di ritorno ben superiori ai 200 anni, si può dunque ritenere congruo attribuire un grado di pericolosità medio/moderato (H1/H2) alle aree in esame, peraltro laterali rispetto all'ipotetico percorso principale del flusso superficiale, dovuto ad eventi di esondazione e successivo scorrimento lungo la viabilità; tale attribuzione, pur in presenza di infrastrutture viarie e di insediamenti residenziali e/o produttivi (E4) determina un grado di rischio R2.

<i>DANNO POTENZIALE</i>	<i>ELEMENTI A RISCHIO</i>
<i>Grave (E4)</i>	<i>Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale</i>
<i>Medio (E3)</i>	<i>Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie</i>
<i>Moderato (E2)</i>	<i>Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)</i>
<i>Basso (E1)</i>	<i>Seminativi</i>

Ponendo (a favore di sicurezza) la vulnerabilità pari a 1, il rischio idraulico deriva dall'intersezione di pericolo e danno potenziale, come di seguito riportato:

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

Grafico di cui al § 3.5 dell'Allegato 4 – dgr 2616/2011 – zonazione del rischio

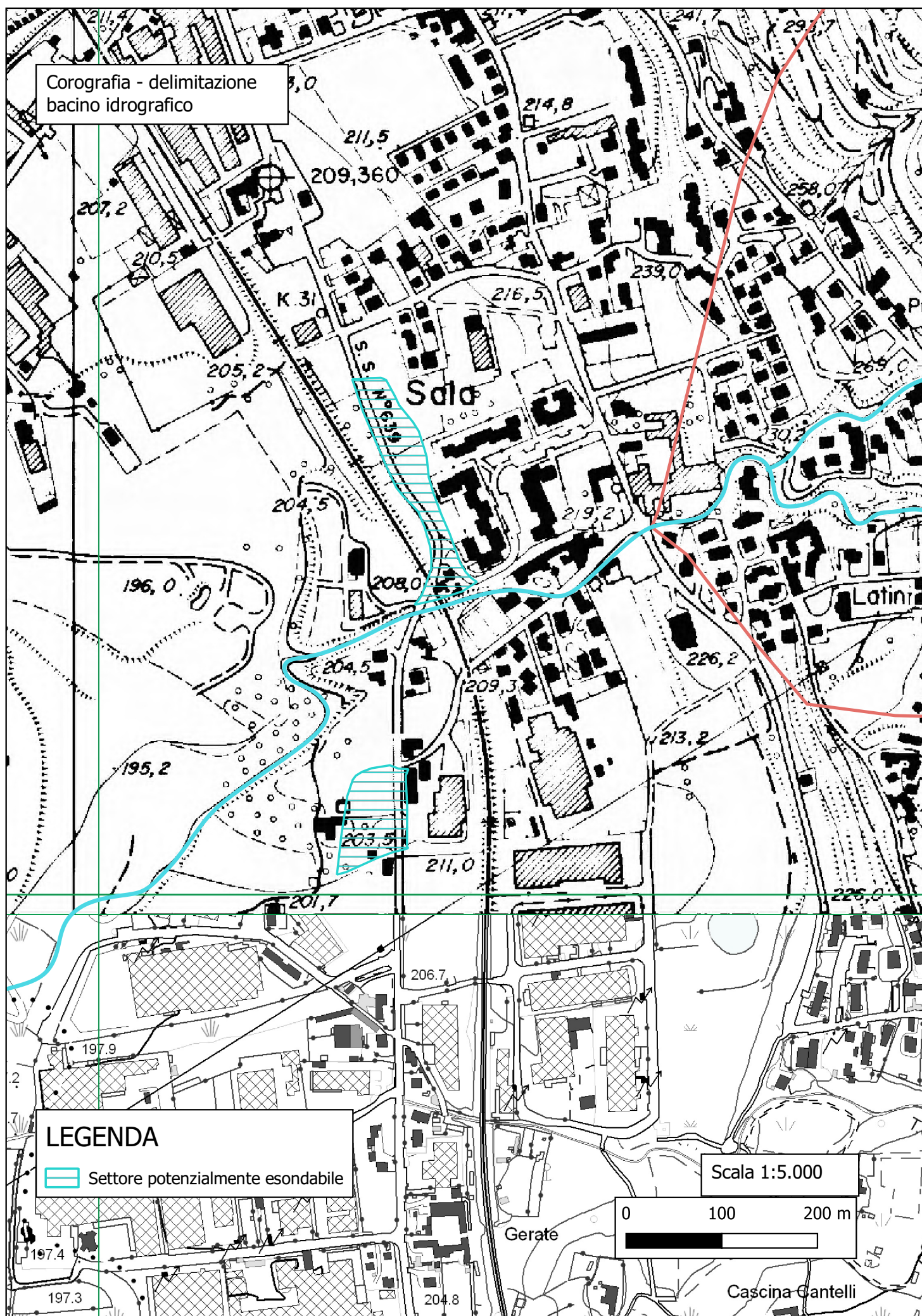
In relazione alla classe di fattibilità da attribuire a tali perimetrazioni, si ritiene dunque che per i settori esaminati, ricadenti in classe H1/H2, sia congruente attribuire ad entrambi una classe di legenda PAI riconducibile ad eventi di esondazione, definita come Ee (cfr. Tabella 2 di correlazione di cui alla D.g.r. 2616/2011); di conseguenza considerando le Norme geologiche di piano si ritiene opportuna la seguente attribuzione (riportata nelle cartografie – *Figura 4*):

- Aree a pericolosità media H2 - *Sottoclasse 3f*

ALLEGATI

- 1 Corografia – area di studio con delimitazione settori potenzialmente esondabili
- 2 Sezione di attraversamento del Torrente Premerlano lungo Via Pomarolo
- 3 Attribuzione classi di fattibilità

Corografia - delimitazione
bacino idrografico



LEGENDA

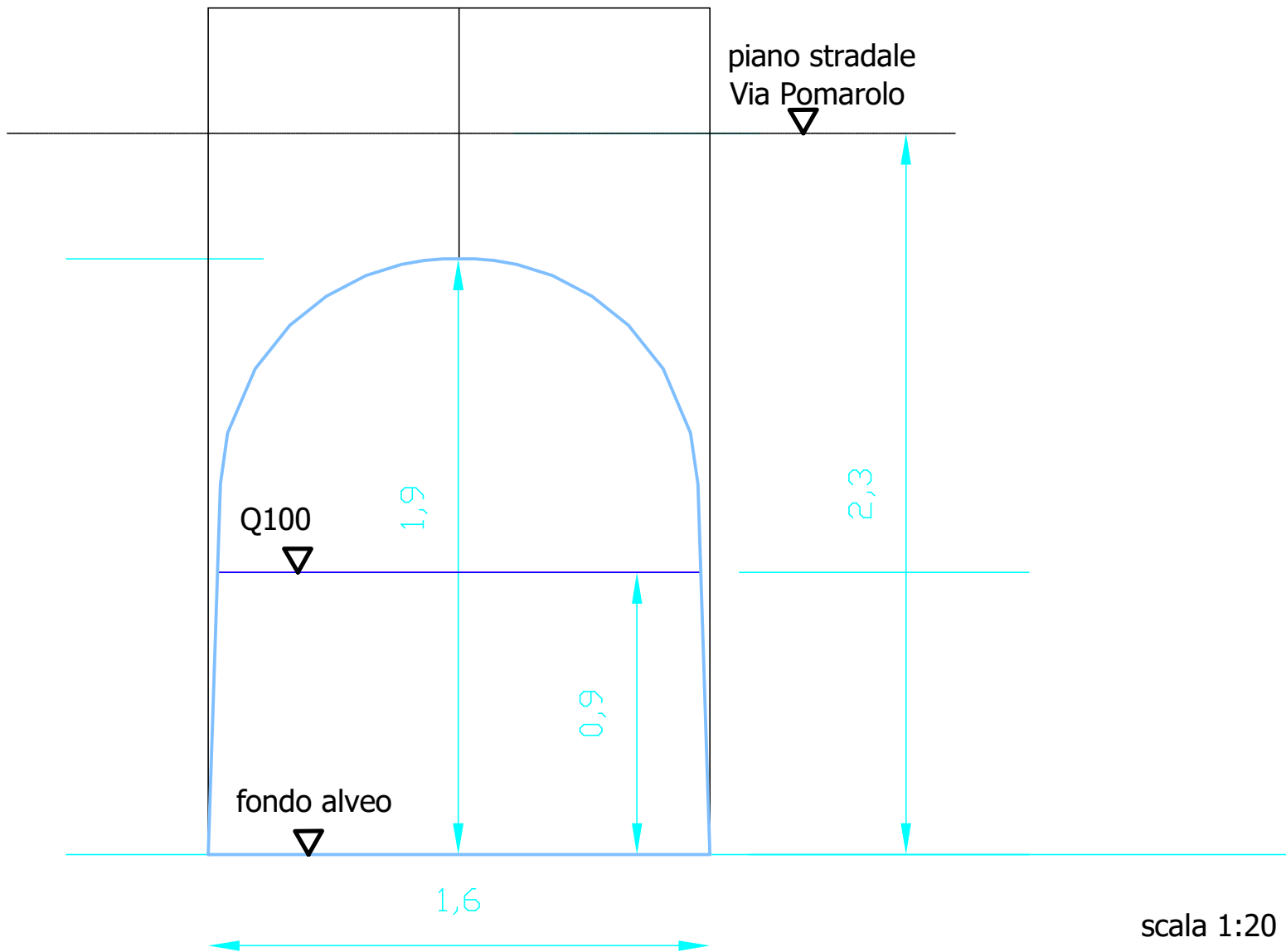
 Settore potenzialmente esondabile

Scala 1:5.000

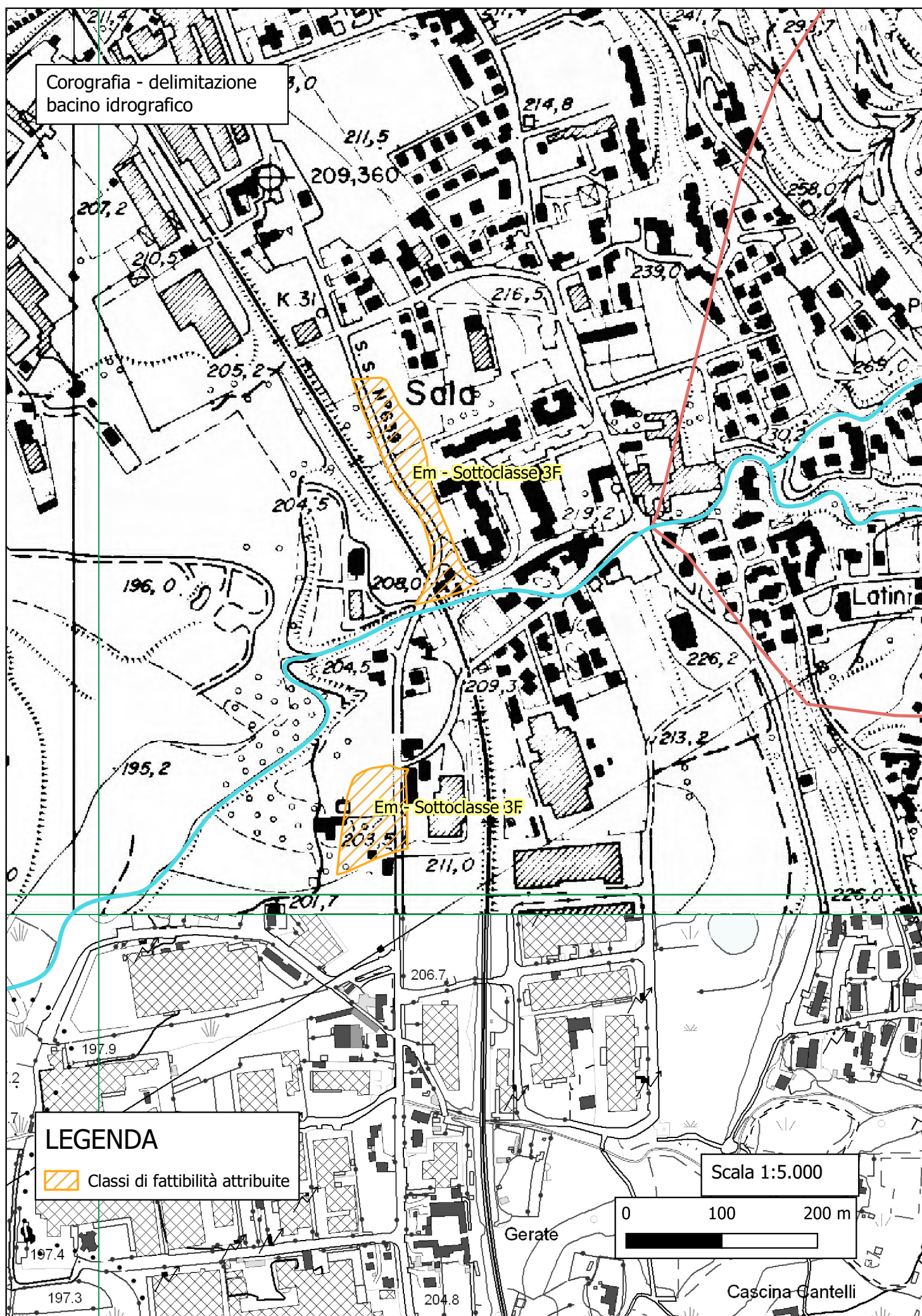
0 100 200 m

Gerate

Cascina Cantelli



Corografia - delimitazione
bacino idrografico



LEGENDA

 Classi di fattibilità attribuite

Scala 1:5.000

0 100 200 m

Gerate

Cascina Cantelli