COMUNE DI CANTELLO
PROVINCIA DI VARESE

Legge Regionale 15 marzo 2016, n. 4
Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017
così come modificato dal R.R. del 19.04.2019, n. 8



Studio comunale di gestione del rischio idraulico

(Art. 14, comma 7, R.R. 7/2017 e ss. mm. ed ii.)

Il Tecnico Incaricato

Ing. Antonino Bai

Maggio, 2022

Dott. Ing. Antonino Bai - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

INDICE

1. PREMESSA 2
2. METODOLOGIA 3
3. DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO 5
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 5
INQUADRAMENTO DEL SISTEMA INSEDIATIVO 6
INQUADRAMENTO GEOLOGICO 7
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 11
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 13
4. INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI 16
RETICOLO IDROGRAFICO NATURALE 16
SISTEMA FOGNARIO 36
5. DEFINIZIONE DELL'EVENTO METEORICO DI RIFERIMENTO 37
6. VALUTAZIONI IDRAULICHE 39
SPECIFICHE GENERALI 39
DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO 42
7. SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE 57
8. AZIONI PROGETTUALI 59
A) INTERVENTI STRUTTURALI 59
B) INTERVENTI NON STRUTTURALI 70
9. INDICAZIONI NECESSARIE PER LA CORRETTA APPLICAZIONE DI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA 76
Opere ed interventi tipologici 76
Buone pratiche costruttive 79
Indirizzi operativi 80
10. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CON DIFFICOLTÀ DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SOTTOSUOLO (ART. 14, COMMA 8, LETTERA A.3 BIS) 82
11. LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DELLO STUDIO IDRAULICO COMUNALE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO 88

TAVOLA 1 – Carta delle criticità idrauliche.
TAVOLA 2 – Ricettori idrici naturali e bacini idrografici.
TAVOLA 3 – Ricettori artificiali ed organizzazione del sistema insediativo.
TAVOLA 4 – Carta della pericolosità idraulica.
TAVOLA 5 – Carta della vulnerabilità.
TAVOLA 6 – Carta del rischio idraulico.
TAVOLA 7 – Individuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

1. PREMESSA

La Regione Lombardia ha approvato il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 recante "*Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il Governo del Territorio*)" pubblicato sul BURL n. 48 Supplementi del 27 novembre 2017 e modificato dal Regolamento Regionale n. 8/2019 approvato con D.G.R. 15.04.2019, n. XI/1516.

Il regolamento definisce e dettaglia, tra l'altro, gli obblighi in capo ai comuni, differenziati in base all'ambito territoriale.

Al Comune di Cantello, inserito in Area A (elevata criticità idraulica), è demandato l'obbligo di redigere lo *Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico* (Art. 14, commi 1 e 7 del Regolamento Regionale 7/2017 e ss. mm. ed ii., di seguito denominato, per brevità, R.R. 7/2017) e, nelle more della redazione di tale studio, quello di redigere il documento semplificato del rischio idraulico comunale, nonché di procedere ai successivi necessari adeguamenti del PGT.

Il documento semplificato del rischio idraulico comunale è stato prodotto dallo scrivente nel mese di ottobre del 2019 e viene completamente assorbito e sostituito dal presente documento, il quale contiene, ai sensi dell'art. 14 comma 7 lettera a del R.R. 7/2017, la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare lo studio contiene:

1. la definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
2. l'individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;
3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria e la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;
4. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;
5. l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche al tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

6. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda sub-affiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati.

Formano parte integrante dello studio gli elaborati grafici comprendenti la carta delle criticità idrauliche (Tavola 1), l'individuazione dei ricettori naturali (Tavola 2) e di quelli artificiali con l'organizzazione del sistema insediativo (Tavola 3), ricavate sulla scorta della documentazione disponibile e delle indicazioni fornite dall'Amministrazione Comunale, la carta della pericolosità idraulica con la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (Tavola 4), la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (Tavola 5), la carta del rischio idraulico (Tavola 6) e la carta con l'individuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica e delle aree da riservare per le stesse (Tavola 7).

Ai fini di una corretta interpretazione del presente studio si riporta di seguito la definizione di invarianza idraulica ed idrologica (Art. 2 R.R. 7/2017):

*a) **invarianza idraulica**: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005);*

*b) **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, (all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005).*

2. METODOLOGIA

In sintesi, lo scopo principale dello studio è quello di:

- individuare le criticità idrauliche presenti nel territorio comunale, partendo dalla documentazione disponibile ed approfondendo gli aspetti inerenti la capacità dei ricettori (sia naturali che artificiali), di smaltire le portate attese;
- identificare le misure strutturali e non strutturali per l'applicazione dei principi di invarianza idraulica.

I risultati del presente studio dovranno essere recepiti nella pianificazione vigente secondo quanto stabilito dalla stessa normativa ed in particolare *"gli esiti del documento semplificato del rischio idraulico comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell'articolo 5 comma 3 della L.R. 31/2014. A tal fine, il Comune:*

a) inserisce la delimitazione delle ulteriori aree individuate come soggette ad allagamento, di cui al comma 7, lettera a), numero 3, e al comma 8, lettera a), numero 1, nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT redatta in conformità ai criteri attuativi di cui all'Art. 57 della L.R. 12/2005;

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

b) inserisce le misure strutturali di cui al comma 7, lettera a), numeri 5 e 6 e di cui al comma 8, lettera a, numero 2, nel piano dei servizi.

Per poter procedere con la determinazione delle aree passibili di fenomeni di allagamento, sono innanzitutto state reperite le seguenti informazioni:

- caratteristiche del territorio e dell'uso del suolo desumibili sulla base dei dati di cui al D.B.T.R., geologia, geomorfologia ed idrogeologia dei singoli luoghi;
- approfondimento dell'aspetto morfologico con acquisizione del rilievo LIDAR dell'intero territorio Comunale, integrato con rilievi puntuali nelle aree a maggiore criticità;
- inquadramento della rete idrografica e valutazione della pericolosità idraulica locale sulla base delle informazioni disponibili e degli studi esistenti (PGT, PGRA, PAI);
- inquadramento del sistema fognario (reti fognarie separate di acque bianche o reti unitarie di acque miste, scolmatori, punti di scarico in corpo idrico superficiale) ed individuazione delle criticità sulla base delle informazioni fornite dalla Committenza, tenendo presente che l'attuale Gestore della rete è Alfa Srl.
- perimetrazioni urbanistiche desumibili dal PGT, con particolare riferimento ai nuclei di antica formazione, alla perimetrazione dell'edificato ed agli ambiti di trasformazione previsti.

Tutte le informazioni acquisite sono state quindi elaborate e cartografate (Tavole 1, 2 e 3) al fine di determinare le aree a pericolosità idraulica (Tavola 4), la vulnerabilità idraulica (Tavola 5) ed il rischio idraulico (Tavola 6).

Al fine di individuare le misure strutturali per il raggiungimento degli obiettivi di invarianza idraulica si è poi effettuato, per aree urbane omogenee, un bilancio idrico con il calcolo dei volumi d'acqua da invasare.

Altresì, a titolo di supporto per futuri interventi e valutazioni idrauliche, si sono individuate le LSPP (Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica) caratteristiche del Comune di Cantello, utilizzando, come consigliato dal R.R. 7/2017, i dati messi a disposizione da A.R.P.A. per l'area in oggetto.

Le conoscenze acquisite, gli approfondimenti eseguiti e la necessità di ridurre le problematiche legate alle criticità idrauliche riscontrate, hanno quindi permesso di giungere alla definizione delle misure strutturali e di quelle non strutturali per il raggiungimento dei principi di invarianza idraulica.

Per quanto concerne la rete fognaria, l'attuale Gestore della rete (per la gran parte composta da rete di acque miste e nere) è Alfa Srl: allo stato attuale non è ancora stato messo a disposizione il rilievo di cui all'Art. 14, comma 7, punto a.3.3: *"…. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria".* Pertanto, per quanto concerne tali aspetti, ci si baserà sulle indicazioni di criticità storiche fornite dal Comune.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

3. DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO

Inquadramento geografico

Cantello è situato in Provincia di Varese, nel settore nord orientale, a confine con la Provincia di Como e la Svizzera. Il territorio comunale è compreso fra le quote 300 m s.l.m. (valle della Bevera) e 450 m s.l.m. (Località Villa Gasperotta).

Immagine 1: inquadramento geografico generale



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Inquadramento del sistema insediativo

La superficie territoriale del Comune, suddivisa sulla base dell'uso del suolo derivante dai diversi tematismi del D.B.T.R. è di 912,79 ha sinteticamente così ripartiti:

Aree naturali ed aree verdi permeabili	ha	%	
Boschi	457,22	50,09%	
Aree agricole	234,50	25,69%	
Aree verdi e spazi aperti	15,30	1,68%	77,46%
Aree naturali impermeabili			
Acque	1,77	0,19 %	0,19%
Aree antropizzate			
Ingombro al suolo di manufatti	31,40	3,44%	7,90 %
Strade e ferrovie	40,70	4,46%	
Cortili ed aree pertinenziali	115,30	12,63%	12,63 %
Area estrattiva	16,60	1,82 %	1,82 %
TOTALE	*912,79*	*100%*	*100%*

Come evidenziato nella precedente tabella gran parte del territorio comunale possiede un discreto grado di naturalità; le aree antropizzate, verso le quali sono indirizzate le azioni di invarianza idraulica, rappresentano comunque una quota significativa.

La tipologia di edificato è riconducibile ad un tessuto urbano caratterizzato dalla prevalenza di abitazioni indipendenti con discreta disponibilità di spazi all'intorno. Le superfici effettivamente impermeabilizzate sono infatti piuttosto contenute rispetto all'incidenza dei cortili e degli spazi pertinenziali.

Il Comune di Cantello è caratterizzato dalla presenza di tre località principali: Cantello, Ligurno e Gaggiolo.

In riferimento alla perimetrazione degli ambiti edificati del PGT, le aree complessive ricomprese entro il tessuto urbano consolidato sono di 180 ha, di cui 16,7 ha ricadenti in nuclei di antica formazione.

Vanno poi considerati ulteriori 20 ha corrispondenti ad aree edificate esterne al tessuto urbano consolidato, oltre a circa 5 ha ricadenti in ambiti di trasformazione esterni alle aree già edificate.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico l'area di indagine ricade nell'ambito delle Alpi meridionali o Sudalpino e più precisamente nel settore pedemontano delle Prealpi Lombarde Occidentali, caratterizzato dalla prevalenza di terreni continentali quaternari del Pleistocene medio e superiore; questi depositi si alternano in una articolata successione di facies glaciali s.l., glacio-lacustri, margino-glaciali e fluvioglaciali a costituire blandi rilievi collinari e terrazzi morfologici espressione di antichi livelli della pianura aggradati durante le glaciazioni del Pleistocene medio, variamente incisi da scaricatori glaciali e da corsi d'acqua.

Il substrato roccioso (successione mesozoica e gonfolite) o litoide (conglomerati del Ceppo) affiora dai deposti di copertura quaternari con spessori variabili sostanzialmente in corrispondenza di incisioni vallive all'interno del territorio comunale

Nel territorio comunale di Cantello affiorano le seguenti formazioni del substrato roccioso, descritte a partire dalla più antica:

ROSSO AMMONITICO LOMBARDO: Calcari marnosi nodulari e marne, di colore rossastro, a stratificazione sottile o media, caratterizzati dalla presenza di abbondante contenuto paleontologico ad ammoniti.

GRUPPO DEL SELCIFERO: Selci stratoidi e calcari selciferi di colore dal rosso vinato al verde; stratificazione da sottile a media, localmente indistinta.

MAIOLICA: Calcari fini (calcilutiti) e calcari selciferi di colore biancastro o nocciola, con interstrati marnoso argillosi. Stratificazione da sottile a media piano parallela o nodulare. La selce, è concentrata in lenti, noduli e liste.

GONFOLITE: Con Gonfolite si indica una successione terrigena a stratigrafia complessa, che nel territorio comunale presenta le seguenti litofacies:

- conglomerati più o meno grossolani a cemento prevalentemente siliceo, a stratificazione grossolana o in banchi. Clasti decimetrici/pluridecimetrici (dimensione massima osservata 50 cm);
- marne e marne arenacee di colore grigio e beige; stratificazione da sottile a media (Peliti del Rio dei Gioghi).

Nel territorio comunale essa (sub)affiora con continuità lungo i versanti del Rio dei Gioghi e del Torrente Ranza, oltre a essere rinvenuta alla base di numerosi sondaggi in Valle Sorda e Valle Bevera.

Nell'area affiorano estesamente depositi di età plio-quaternaria, distinti in diverse unità sia di tipo litostratigrafico (Ceppo) che allostratigrafico (depositi glacigenici quaternari). Per le unità quaternarie si è fatto riferimento al più recente ed aggiornato studio disponibile (Bini et al., 2002), integrato da un rilievo speditivo.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Tra i depositi plio-quaternari sono state riconosciute le seguenti unità:

CEPPO: sotto la definizione di Ceppo sono raggruppate due unità litostratigrafiche (conglomerati), definite in base caratteri interni, specificatamente cementazione, composizione petrografica e strutture sedimentarie:

- CEPPO DELLA BEVERA: Conglomerati da medi a grossolani, a supporto clastico, mal selezionati con stratificazione suborizzontale; conglomerati fini a supporto di matrice, a laminazione piano-parallela e incrociata; arenarie fini debolmente ghiaiose, sottilmente stratificate. Queste litologie si presentano spesso in alternanza. Cementazione variabile, spesso elevata.
- CEPPO DELL'OLONA: Conglomerati grossolani a prevalente supporto di matrice arenaceo-sabbiosa organizzati in banchi di spessore variabile (da 40 a 300 cm). Intercalazioni di arenarie e sabbie grossolane a stratificazione più fine. Cementazione variabile, ma comunemente forte. Ciottoli arrotondati, di dimensioni decimetriche e centimetriche; nell'area in esame il Ceppo dell'Olona forma corpi a geometria suborizzontale che affiorano principalmente sui fianchi della valle della Bevera (a sud di Molini Bevera) e della valle Sorda.

Sulla successione clastica del Ceppo poggia un complesso di genesi glaciale (Allogruppo di Besnate).

ALLOGRUPPO DI BESNATE

L'Allogruppo di Besnate è l'espressione geologica di una complessa serie di pulsazioni glaciali che ha preceduto l'ultimo massimo glaciale (Last Glacial Maximum = LGM = Würm Auct.). Corrisponde pertanto al Würm pro parte e al Riss p.p. degli autori precedenti e viene attribuita al tardo Pleistocene medio-Pleistocene superiore.

L'unità è costituita da:

- depositi glaciali: diamicton a prevalente supporto di matrice sabbioso limosa o, meno comunemente, clastico; clasti anche fortemente eterometrici (till di ablazione); diamicton a supporto di matrice fine (limosa o limoso-sabbiosa), a basso contenuto clastico; frequentemente sovraconsolidati e interessati da superfici di taglio (till di alloggiamento).
- depositi fluvioglaciali: ghiaie a prevalente supporto clastico, con matrice sabbiosa; ghiaie a supporto di matrice sabbiosa; sabbie ghiaiose; sabbie da fini a grossolane. Cementazione da assente a debole.

L'unità ricopre il substrato carbonatico e gonfolitico e i conglomerati del Ceppo.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

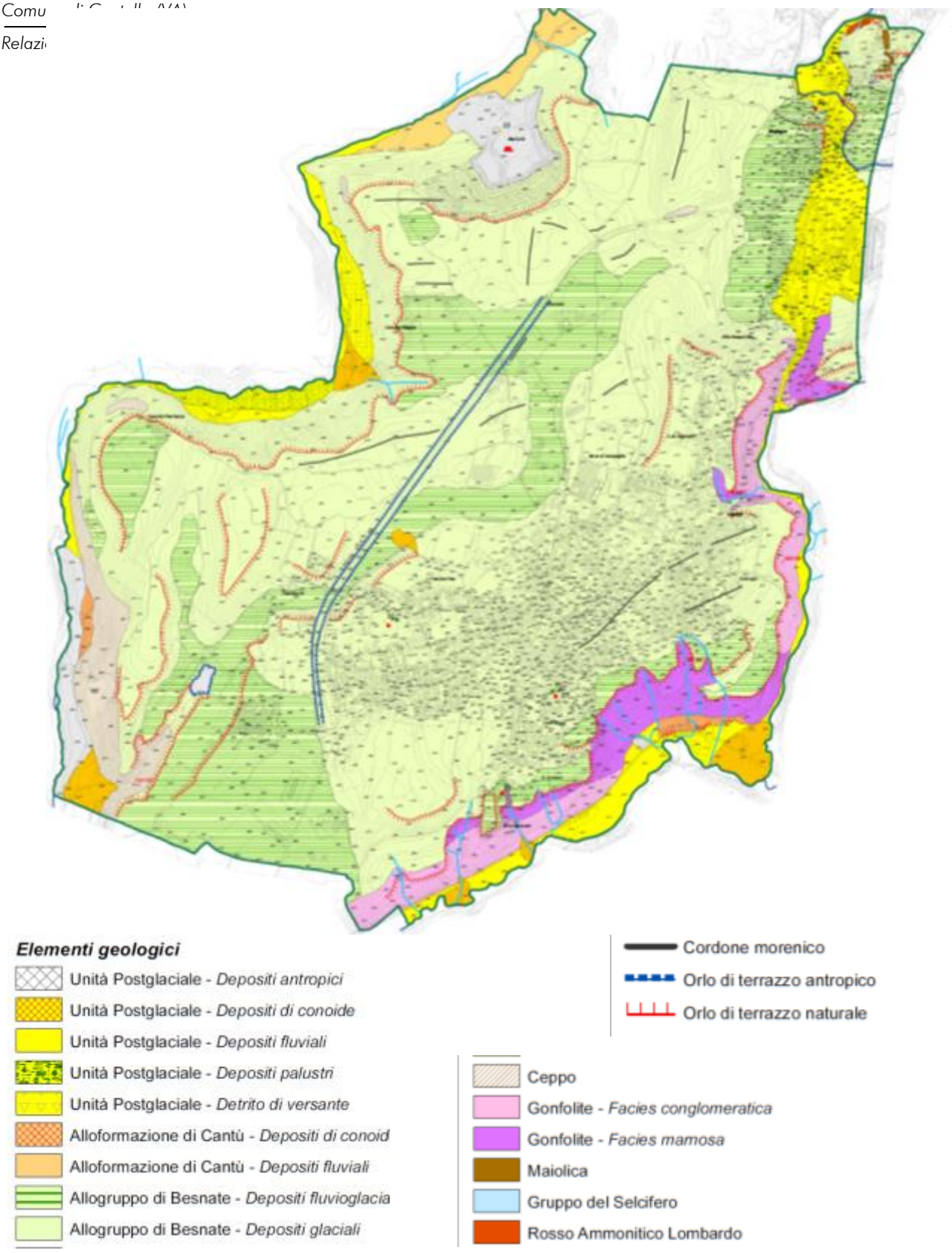
ALLOFORMAZIONE DI CANTÙ

Questa unità comprende i depositi legati all'ultima espansione (Last Glacial Maximum = LGM = Würm Auct.) del ghiacciaio del bacino del Ceresio, avvenuta nel tardo Pleistocene Superiore. Nell'area essa è limitata a depositi di conoide/coni detritici costituiti da diamicton a prevalente supporto di matrice sabbioso-limosa

UNITÀ POSTGLACIALE : è presente in modo significativo solo lungo la valle del Gaggiolo e in valle della Bevera; si tratta di un'unità che raggruppa i depositi accumulati dal termine della deglaciazione ad oggi. Cronologicamente corrisponde alla parte terminale del Pleistocene superiore e all'Olocene. Essa è rappresentata da:

- depositi fluviali: ghiaie a prevalente supporto clastico e al limite tra supporto clastico e di matrice (piana di Gaggiolo, valle del Torrente Ranza); sabbie limose, sabbie ghiaiose (valle della Bevera). Discontinua copertura (spessore decimetrico o metrico) di limi e limi sabbiosi.
- depositi palustri: limi e limi sabbiosi organici; torbe. Sono diffusi nel settore centro-settentrionale del fondovalle, tra cava Valli e il lago delle Betulle. A queste aree palustri s.s. si associano aree perennemente inondate lungo il corso del Torrente Bevera;
- depositi di versante: sabbie e limi sabbiosi con clasti sparsi. Sono depositi colluviali generati dall'erosione areale dei versanti.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737



Stralcio della Tavola 1 Carta Geologica e Geomorfologica *(Studio relativo alla componente geologica, idrogeologica e sismica del p.g.t ai sensi della l.r. 12/2005 e della d.g.r. n. 2616/2011; Dott. Geol. A. Uggeri, Dott. Geol. D. Fantoni; giugno2013)*

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Inquadramento geomorfologico

Il territorio comunale è caratterizzato da morfologie connesse alla occorrenza di ripetuti episodi glaciali e interglaciali succedutesi in tempi relativamente recenti.

Di questi, i più antichi, ora largamente sepolti, hanno sicuramente coperto in maniera indifferenziata tutta l'area mentre gli episodi relativamente più recenti (in quanto caratterizzati da minore intensità) hanno assunto dimensioni e direttrici di sviluppo relativamente più locali con progressiva conformazione di distinte lingue glaciali; le morfologie glaciali sono state, infine, incise da scaricatori glaciali e valli fluviali (Valle Bevera, Valle del Torrente Ranza etc).

Il territorio comunale presenta quindi nella sua parte centrale un pianalto, che si estende all'incirca tra quota 380 e 450 m s.l.m., caratterizzato da alternanze di dossi prevalentemente allungati in direzione NE-SW e aree subpianeggianti.

Nelle porzioni altimetricamente più elevate il pianato è modellato nei depositi dell'Alloformazione di Besnate mentre lungo i versanti delle valli fluviali che lo delimitano affiorano conglomerati fluviali del Ceppo e, verso sud, sulla Gonfolite.

Il settore est del pianalto su cui sorge l'abitato di Cantello presenta una morfologia collinare, dominata da cordoni morenici o dossi impostati sul substrato gonfolitico.

L'elemento di maggiore evidenza morfologica è una morena, disposta in direzione NE-SW, che raggiunge una quota massima di 436 m s.l.m., delimitata da versanti acclivi con elevato dislivello (fin a quasi 40 m).

Il settore ovest del pianalto poco urbanizzato, mostra l'occorrenza di dossi (cordoni morenici e alti glaciali) di modesta elevazione (da plurimetrica a decametrica) che si raccordano a piane fluvioglaciali, a loro volta in relazione, localmente complessa, di terrazzamento.

Il pianalto è interessato da tre incisioni vallive principali che sono da ovest verso est: valle Bevera, Valle Sorda, Valle del Torrente Ranza.

La valle della Bevera è caratterizzata da un fondovalle relativamente ampio, delimitato da versanti acclivi, che la raccordano al pianalto; la valle taglia i depositi dell'Allogruppo di Besnate ed è parzialmente colmata da depositi dell'Alloformazione di Cantù; per quanto riguarda la successiva evoluzione, si considera che l'incisione postglaciale della valle sia nell'ordine della decina di metri.

La valle Sorda viene associata ad uno scaricatore glaciale, attivo durante una delle fasi più antiche dell'evento di Besnate, che si sviluppa tra quota 400 m e 370 m s.l.m circa, tagliando in direzione NE-SW il pianalto; i materiali erosi in questa fase hanno edificato un conoide in corrispondenza della confluenza con la Bevera.

La valle di maggiori dimensioni ed evidenza morfologica è quella del Torrente Ranza che decorre con direzione NW-SE al limite meridionale del territorio comunale, fungendo da limite

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

amministrativo. Si tratta di un'ampia valle, con larghezze comprese tra 70 e 250 m, profondamente incisa nella successione gonfolitica e scarsamente antropizzata.

Il fondovalle è subpianeggiante, con accumulo di colluvi alla base dei versanti e presenza di coni/conoidi edificati in corrispondenza di impluvi secondari e del Rio dei Gioghi.

Con riferimento alla dinamica morfologica nel territorio comunale sono fondamentalmente ricorrenti dissesti gravitativi, fenomeni di esondazione e dissesti di carattere torrentizio

I dissesti gravitativi sono stanzialmente individuati lungo i versanti acclivi e di elevato dislivello distribuiti lungo i versanti delle principali valli fluviali (valle della Bevera, valli del Rio dei Gioghi e del Torrente Ranza); si tratta settori a diffusa, ma modesta instabilità superficiale, generata dall'erosione areale e dall'infiltrazione delle acque superficiali nei terreni di copertura, in presenza di elevate pendenze e di substrati a permeabilità non elevate.

I fenomeni gravitativi classificabili come franosi sono relativi a episodi puntuali, anch'essi di dimensioni e intensità modeste (es. Val Sorda via Varese)

Le aree interessate da fenomeni di esondazione sono poste in corrispondenza del fondovalle della Bevera e del Torrente Ranza, entrambe delimitate come fasce fluviali PAI.

Nel territorio comunale sono presenti pochi conoidi, data la scarsità di corsi d'acqua con portate solide e liquide di rilievo.

I dissesti di carattere torrentizio sono associati a pochi conoidi presenti nel territorio comunale.

Lungo la valle della Bevera i conoidi censiti sono privi di un corso d'acqua che li alimenti, pertanto si tratta di conoidi inattivi, in cui si registra scorrimento idrico superficiale solo in concomitanza di eventi meteorologici eccezionali; considerate le discrete dimensioni, la loro edificazione è presumibilmente avvenuta durante le fasi della deglaciazione, in presenza di un differente regime idrico.

Lungo la valle del Torrente Ranza i conoidi presenti son invece attivi; in particolare viene segnalato il conoide del Rio dei Gioghi la cui attività viene indicata come limitata, ad esondazione, con assenza di significativo trasporto solido. L'ultimo evento registrato è avvenuto durante l'alluvione del 2002. Per queste ragioni gli estensori dello studio geologico classificano il conoide come attivo," …*seppure con attività moderata e connessa a eventi meteorologici eccezionali*.

Son censiti, inoltre, altri due piccoli conoidi, ubicati allo sbocco di impluvi con scorrimento idrico lungo il versante nord del Torrente Ranza, a valle di Molino Mazzola. In entrambi i casi i conoidi si raccordano con gradualità al fondovalle. Sono indicati come conoidi attivi," *anche se a basso grado di pericolosità, per la modesta intensità dei fenomeni".*

Nella cartografia dello studio geologico del territorio comunale si evidenzia la presenza di aree umide e palustri, concentrate lungo il tratto centro-settentrionale della valle della Bevera.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Inquadramento idrogeologico

Il territorio comunale ricade nella parte settentrionale del settore pedemontano, indicativamente al confine con il settore montano.

In tale zona si sommano pertanto sia le caratteristiche del settore montano, contraddistinto dalla presenza di substrato roccioso pre-pliocenico in larga parte affiorante o subaffiorante, sia le caratteristiche del settore pedemontano contraddistinto dalla occorrenza in superficie di prevalenti successioni plio-quaternarie solo localmente interrotte dalla occorrenza di affioramenti di substrato roccioso.

In questo contesto, l'area in esame appare caratterizzata da un'elevata frammentazione delle strutture idrogeologiche, che costituiscono dei sistemi locali in genere con caratteristiche variabili da zona a zona, secondo una distribuzione legata alla geometria del substrato roccioso e alla formazione di paleoalvei durante il Quaternario.

All'interno della serie idrostratigrafica individuata l'area in esame ricade nei Complessi Quaternari (glaciale e alluvionale). Questi complessi sono caratterizzati da una elevata eterogeneità litologica, sono costituiti da sedimenti sciolti o poco cementati e possono essere raggruppati in tre grandi categorie: complessi alluvionali (a), complessi glaciali, fluvioglaciali e complessi conglomeratici carbonatici (CCa).

I complessi alluvionali (a) sono costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie a supporto clastico, con matrice generalmente scarsa e cementazione da nulla a ben sviluppata; talvolta sono presenti orizzonti di materiali fini con una scarsa estensione areale. La permeabilità primaria di tali depositi è estremamente elevata.

Il complesso glaciale è costituito da massi, ciottoli, ghiaie immersi in una matrice limoso-argillosa, generalmente non sono stratificati e sono organizzati in cordoni morenici. La permeabilità di questi sedimenti è generalmente medio-bassa a causa delle frequenti intercalazioni di livelli sovraconsolidati, assolutamente impermeabili; il drenaggio superficiale e profondo è difficoltoso per moderata permeabilità dei depositi; sono possibili falde sospese per variazioni litologiche interne alla successione glaciale.

Il complesso fluvioglaciale comprende i sedimenti di origine fluviale ad alta energia; si tratta prevalentemente di ghiaie e sabbie ad elevata permeabilità e costituisce l'acquifero di tipo libero principalmente sfruttato dai pozzi dell'area (da quelli della Val Sorda a quelli di Malnate e Vedano).

Il grado medio di permeabilità è alto, il drenaggio da discreto a buono.

I complessi conglomeratici carbonatici sono costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie a componente carbonatica con vario grado di cementazione (da assente a molto spinto) corrispondenti all' unità del "Ceppo"; la permeabilità primaria (porosità) è elevata e tende a diminuire laddove si abbiano

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

zone a cementazione maggiore. Tale complesso presenta spessori che variano dai 20 ai 70 m ed è sede, nel settore pedemontano, di un importante acquifero attualmente captato da numerosi pozzi pubblici e privati.

Lungo i versanti delle valli, infatti, è possibile riscontrare la presenza di numerose sorgenti, delle quali alcune captate nella Valle della Bevera.

Il complesso carbonatico intermedio affiora solamente in una piccola porzione dell'area posta a settentrione

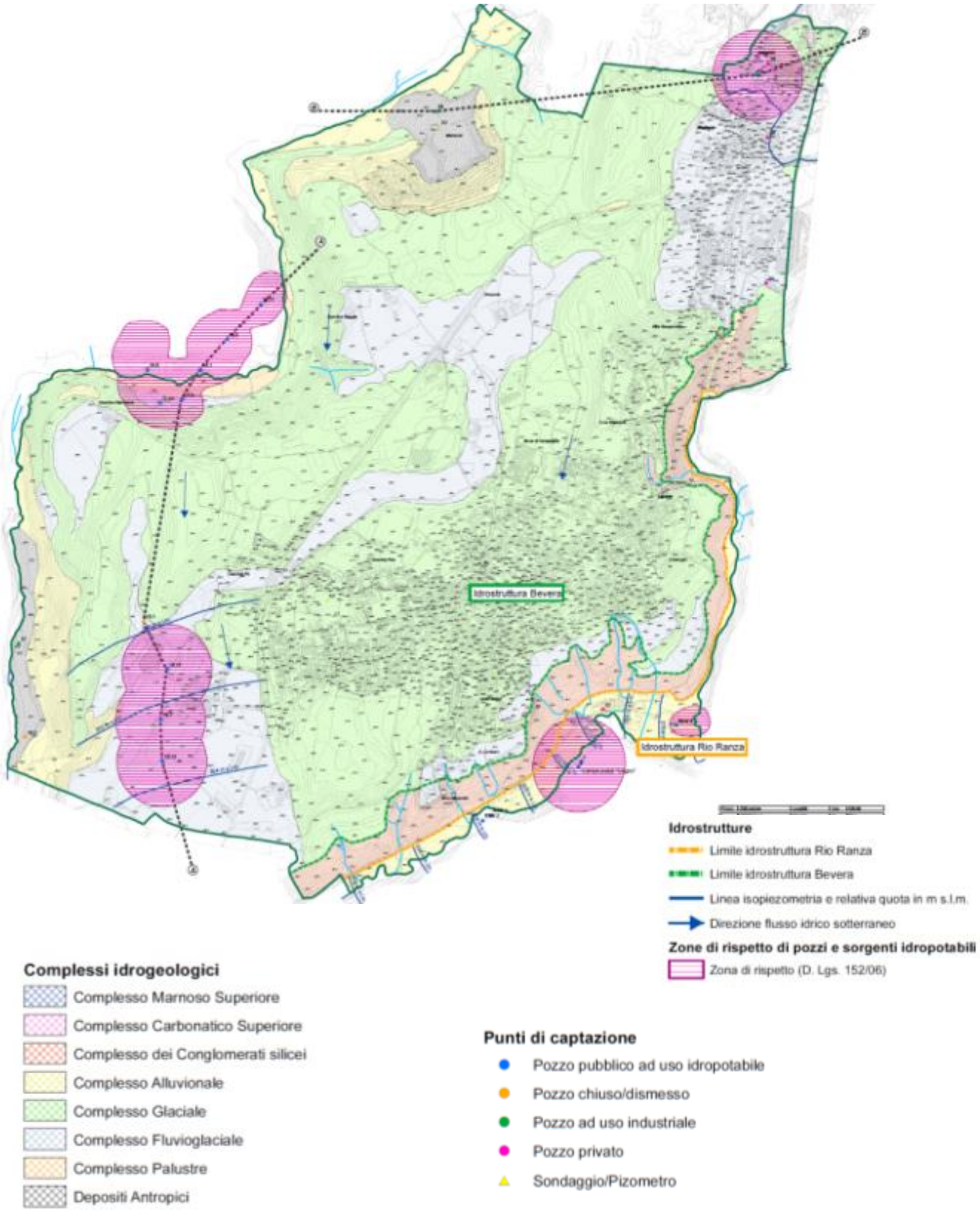
Per quanto riguarda le unità riferibili al substrato o le facies cementate, la generalizzata assenza di permeabilità primaria viene spesso compensata dalla occorrenza di accentuata permeabilità secondaria riferibile a fratturazione e, limitatamente alle facies carbonatiche, a carsismo che permettono la formazione di drenaggi preferenziali.

A questa categoria appartiene gran parte della Valle della Bevera all'interno della quale si riconosce un acquifero con falda libera (idrostruttura della Bevera) localizzato all'interno dei complessi alluvionali di fondo valle.

Il flusso idrico sotterraneo appare orientato da nord a sud, seguendo l'andamento della valle ed evidenziando una superficie di falda variabile tra i 340 m s.l.m. a nord ed i 300 m s.l.m. a sud, con valori in corrispondenza dell'area di cava prossimi ai 310 metri s.l.m..

In relazione alla variabilità delle quote topografiche, in alcune aree la falda risulta subaffiorante determinando la formazione di zone paludose.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737



Stralcio della Tavola 3 Carta Idrogeologica *(Studio relativo alla componente geologica, idrogeologica e sismica del p.g.t ai sensi della l.r. 12/2005 e della d.g.r. n. 2616/2011; Dott. Geol. A. Uggeri, Dott. Geol. D. Fantoni; giugno2013)*

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

4. INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Reticolo idrografico naturale

L'impostazione della rete idrografica superficiale è stata altamente influenzata dalla geomorfologia del territorio; in particolare l'orientazione dei dossi morenici ha permesso, all'interno delle vallecole che li separano, la formazione di vie di deflusso preferenziali.

La scomparsa dei laghi marginoglaciali, con la fine dell'ultimo periodo glaciale, ha inoltre determinato l'accumulo dei sedimenti fini all'interno di alcune di queste valli, ponendo le condizioni per un ristagno superficiale, con conseguente formazione di aree umide, paludose e torbose.

All'interno di alcune di queste aree sono stati ricavati dei piccoli specchi d'acqua; similmente, lungo le scarpate dei dossi, infine, laddove l'acclività è elevata si osserva l'instaurarsi di un reticolo di deflusso effimero costituito da vallecole che fungono da aree di drenaggio per le acque di ruscellamento durante i periodi di forte e/o continua precipitazione.

Il territorio comunale è interessato dalla presenza dei seguenti corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale:

Sigla	Denominazione	Tratto classificato come principale	Foce o sbocco	Comuni interessati	Elenco AA.PP
VA065	Torrente Ranza (o Lanza)	Dallo sbocco al limite della provincia di Como, da cui passa in Svizzera (per poi rientrare in Italia con il nome di Clivio (VA066)	Olona	Cantello, Malnate	247/C
VA066	Torrente Clivio	Tutto il tratto scorrente in Italia	Olona	Cantello, Clivio, Saltrio, Viggiù	248/C
VA067	Rio dei Gioghi	Tutto il tratto lungo il confine con la provincia di Como, fino al confine di Stato con la Svizzera	Ranza (o Lanza)	Cantello	250/C
VA072	Torrente Bevera Varesina	Tutto il suo corso dallo sbocco alle sorgenti sotto Baraggia	Olona	Arcisate, Cantello, Malnate, Varese, Viggiù	260/C

TORRENTE BEVERA

L'area è percorsa, sul margine nord ed ovest, dal **Torrente Bevera** che nasce, denominato Rio Poaggia, nel territorio comunale di Viggiù, sulle pendici meridionali del massiccio carbonatico Orsa-Pravello, a quota 830 m slm.

A sud di Piamo (comune di Bisuschio) confluisce nella valle della Bevera (quota 340 m slm circa), dove riceve le acque defluenti dalla piana di Piamo Inferiore e assume il nome di Cavo Diotti. Da qui scorre in direzione nordest-sudovest attraverso i comuni di Arcisate, Cantello, Malnate e Varese, fino a confluire in sinistra Olona in località Molinazzo.

In prossimità del limite con il comune di Arcisate il corso d'acqua muta nuovamente denominazione, assumendo quello definitivo di Torrente Bevera.

L'interazione tra il corso d'acqua ed il Territorio di Cantello, di cui il Torrente rappresenta la quasi totalità del confine tra Arcisate e Cantello (lato nord-ovest) è comunque molto limitata.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

La sponda di Cantello (sinistra idrografica), è collocata al piede del versante su cui è collocato il territorio comunale che, pertanto, non è interessabile da piene fluviali.
Di seguito si riporta un estratto fotografico del Torrente all'altezza del suo attraversamento con la strada indicata sulle mappe catastali come Strada di Velmaio.





TORRENTE CLIVIO – TORRENTE RANZA

Sul margine est scorre il **Torrente Clivio** (o Gaggiolo), che ha origine nei monti a nord dell'area, in territorio elvetico; nella parte settentrionale il Torrente attraversa la successione sedimentaria che nel resto dell'area è ricoperta dai sedimenti quaternari, per poi scorrere nelle valli che dividono i dossi morenici. Il Torrente attraversa più volte il confine italo-svizzero, cambiando denominazione: nel tratto elvetico tra la sorgente (quota 1096 m s.l.m. sul versante sud del Monte San Giorgio nel comune di Meride) e il confine italiano (Clivio) scorre in direzione nord-sud con il nome di Torrente Gaggiolo; tra Clivio e Cantello assume il nome di Torrente Clivio e prosegue attraverso i comuni di Saltrio e Viggiù; all'altezza di Gaggiolo (Cantello) curva bruscamente verso est e ritorna nuovamente in territorio elvetico, riassumendo il nome di Gaggiolo, fino a Bizzarrone (CO); a Bizzarrone, con l'idronimo di **Torrente Ranza** (o Lanza), si dirige dapprima verso sud, poi,

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

all'altezza di Rodero-Casanova Ranza, a sud-ovest, attraversando i comuni di Rodero, Cagno e Cantello, fino a sboccare nell'Olona in località Folla di Malnate.

Penetra in territorio di Cantello dall'estremità Nord-Est, con alveo naturale regimato e consolidato con opere in pietrame.



Attraversa la via Monte Generoso con ponte ad arco in pietrame preceduto da una passerella pedonale metallica e prosegue sempre con alveo naturale verso sud, sino ad incontrare la S.P. 3, bordeggiata per circa 100 metri dopo una deviazione marcata verso sud-ovest.





STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

L'alveo viene quindi artificializzato con una sezione in cls di larghezza complessiva pari a 8 m ed altezza di 3 metri, con una prima porzione di circa 70 m coperta, atta ad attraversare la S.P. n. 3.



A valle della S.P. n. 3 ritorna a cielo aperto, sottopassa la strada di accesso alla dogana ed il rilevato ferroviario entrando in territorio svizzero.



Riappare in territorio di Cantello all'altezza del depuratore comunale e disegan tutto il confine con Malnate: anche in questo caso l'interazione tra il corso d'acqua ed il Territorio di Cantello, è comunque molto limitata.

Il Torrente scorre al piede di un versante al termine del quale è posto il rilevato ferroviario e solo raramente, in sponda destra (lato di Cantello), si aprono porzioni pianeggianti potenzialmente interessabili da esondazione.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

RIO DEI GIOGHI

Affluente del Torrente Ranza è il **Rio dei Gioghi** che scorre nella valle che separa Ligurno da Rodero: nasce sul versante settentrionale del monte San Maffeo, da un modesto impluvio, che, all'altezza di via Lugano, sfocia in una stretta e profonda valle a direzione N-S, incisa nel substrato gonfolitico. Il fondovalle di ampiezza decametrica, ma localmente ridotta a pochi metri, con i versanti quasi a contatto, è percorso da un alveo subrettilineo ed è punteggiato da emergenze idriche (tra cui si segnala, per portata, la Sorgente della Magnesia). A valle dell'unione del Torrente Ranza con il Rio dei Gioghi, il corso d'acqua percorre il confine sud del territorio Comunale.

Il Torrente disegna parte del confine tra il Comune di Cantello e quello di Rodero: il primo tratto in Cantello ha la conformazione di scolo di versante ben inciso ed attraversa la S.P. 20 con collettore in cls. diam. 100 cm.





Prosegue quindi in ambito di fondo valle boscato.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

RETICOLO IDRICO MINORE

Per il Comune di Cantello è disponibile lo studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore ai sensi della D.g.r. n. 4229 del 23.10.2015 e s.m.i., redatto in ultimo aggiornamento da Idrogea Servizi S.r.l. nel 2017: tale studio è stato utilizzato, a titolo di omogeneità, per la nomenclatura dei corsi d'acqua presenti sul territorio comunale ed oggetto di indagine.

Codice RIM (COD_RIM)	Foce	Stato di attività
03012030_0001	Torrente Bevera	Continuo
03012030_0002	*03012030_0001*	*Continuo*
03012030_0003	Torrente Bevera	Torrentizio
03012030_0004	*03012030_0003*	*Torrentizio*
03012030_0005	Rio dei Gioghi	Torrentizio
03012030_0006	*03012030_0005*	*Torrentizio*
03012030_0007	Rio dei Gioghi	Continuo
03012030_0008	Rio dei Gioghi	Torrentizio
03012030_0009	Rio dei Gioghi	Torrentizio
03012030_0010	Rio dei Gioghi	Torrentizio
03012030_0011	Torrente Ranza (o Lanza)	Torrentizio
03012030_0012	Torrente Ranza (o Lanza)	Torrentizio
03012030_0013	*03012030_0012*	*Torrentizio*
03012030_0014	03012030_0016	Continuo
03012030_0015	03012030_0016	Torrentizio
03012030_0016	Torrente Ranza (o Lanza)	Torrentizio
03012030_0017	*Torrente Ranza (o Lanza)*	*Torrentizio*
03012030_0018	*03012030_0017*	*Continuo*
03012030_0019	03012030_0017	Torrentizio
03012030_0020	Torrente Ranza (o Lanza)	Continuo
03012030_0021	Torrente Ranza (o Lanza)	Continuo
03012030_0022	*03012030_0021*	*Continuo*
03012030_0023	*03012030_0021*	*Continuo*
03012030_0024	*03012030_0021*	*Torrentizio*
03012030_0025	Torrente Ranza (o Lanza)	Continuo
03012030_0026	03012030_0025	Continuo
03012030_0027	03012030_0025	Continuo

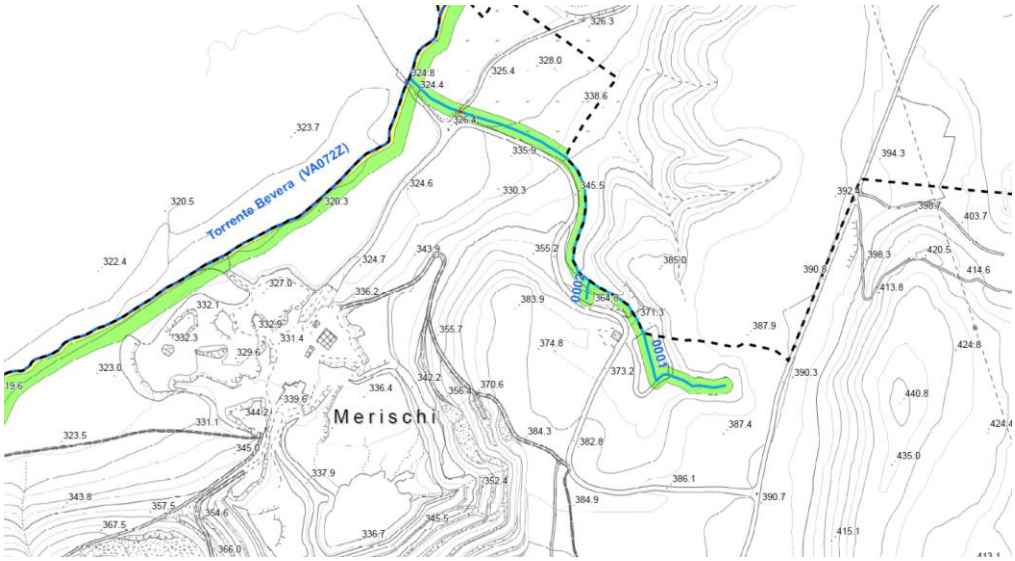
I corsi d'acqua appartenenti al RIM sono principalmente caratterizzabili quali impluvi sui versanti afferenti ai Reticoli Idrici Principali di valle; in particolare si ha che alcuni corpi idrici sono affluenti di un RIM (nn. 02, 04, 06, 13, 17, 18, 22, 23, 24) e, pertanto, non presentano un bacino significativo, tale da essere trattato separatamente dal corso d'acqua cui afferiscono.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Si riportano di seguito le caratteristiche principali dei corsi d'acqua che saranno oggetto di indagine:

***n. 01** (affluente n. 02)*

Nasce in ambito extraurbano, quale effluente del Lago dei Mughetti, dal quale è alimentato da una tubazione avente diametro di circa 80 cm e con recapito all'interno di una valle incassata che costeggia via delle Pinete sino a giungere al Torrente Bevera.





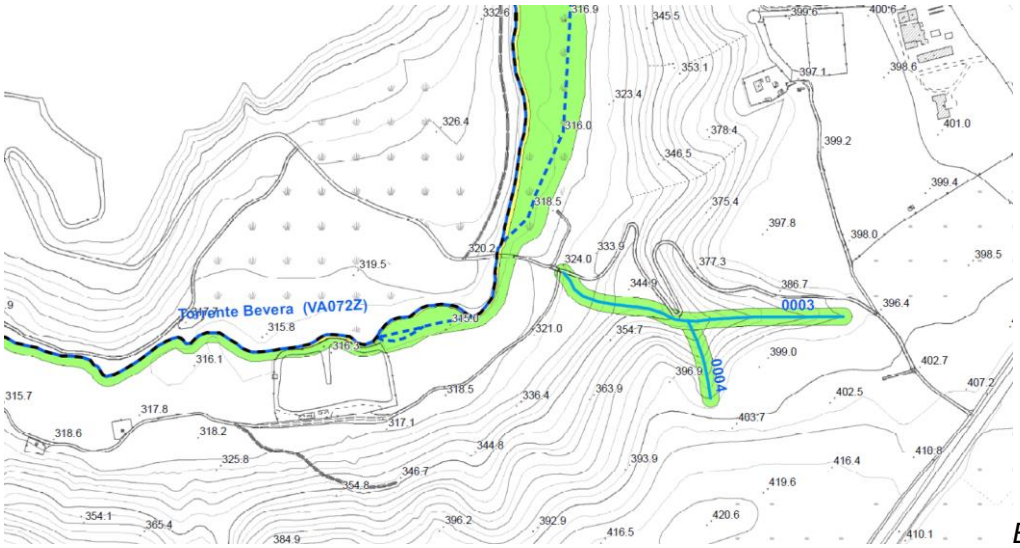
Estratto RIM

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

***n. 03** (affluente n. 04)*

Si sviluppa in ambito extraurbano, in area valliva incisa lungo la Strada di Velmaio.

Presenta da subito sezione incisa trapezoidale di natura antropica, con dimensioni di circa 50 -120 x h 80 cm.



Estratto RIM



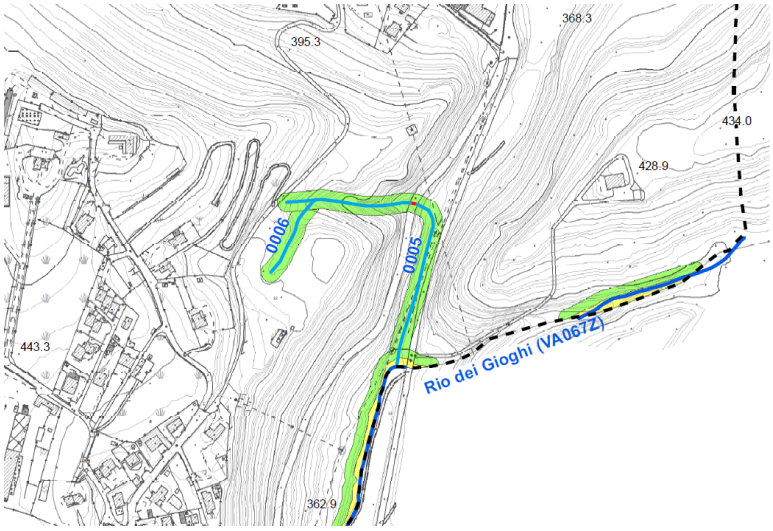
Trova recapito finale sulla Strada di Velmaio e, quindi, all'interno del Torrente Bevera.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

***n. 05** (affluente n. 06)*

Nasce in ambito periurbano, in frazione Ligurno, dal versante che sovrasta via Lugano, in valle incisa.



Estratto RIM



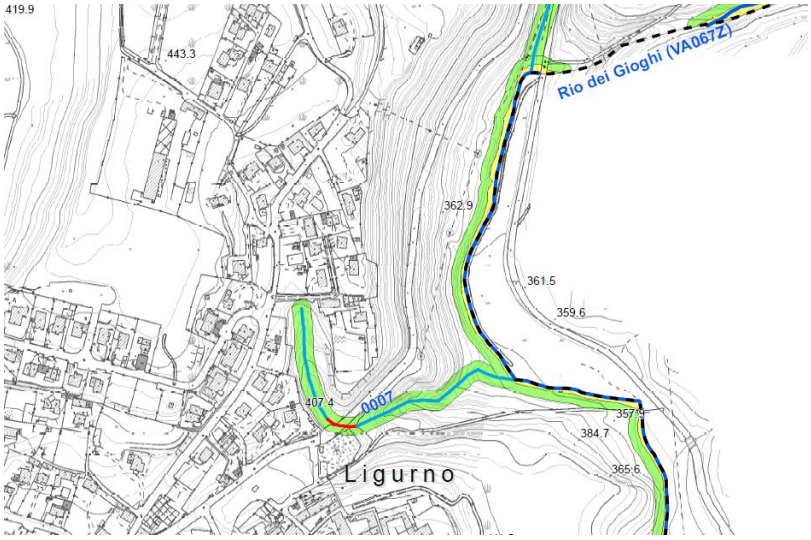
Sottopassata via Lugano prosegue lungo il versante ad elevata pendenza, costeggia la S.P. 20 dopo una deviazione verso sud, sino ad immettersi nel Rio dei Gioghi immediatamente a monte del Confine con Rodero.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

n. 07

Nasce in ambito periurbano, in frazione Ligurno, dal versante che sovrasta via Lugano, in valle incisa, in prossimità della piazzola ecologica.



Estratto RIM

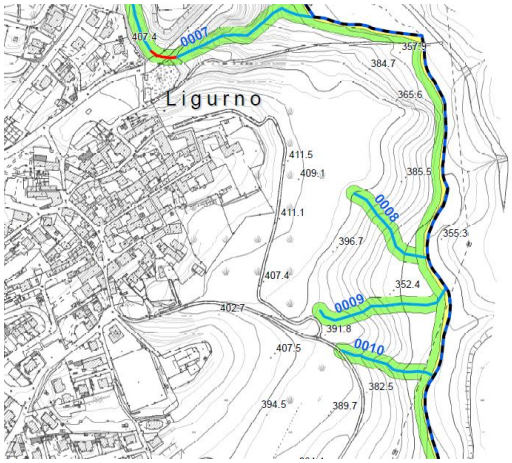
L'attraversamento di via Lugano avviene con un collettore in cls. diam. 100 cm, avente recapito in ambito vallivo e con termine diretto nel Rio dei Gioghi.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

n. 08, 09 e 10

Corsi d'acqua brevi e torrentizi, similari tra loro che nascono in ambito periurbano, in frazione Ligurno; trovano recapito diretto nel Rio dei Gioghi.



Estratto RIM

n. 11

Nasce raccogliendo le acque da una sterrata che dirama da via Volta e solca il versante che scende verso il Torrente Ranza.



A valle del versante boscato, si rintraccia nell'ambito dell'Azienza Agricola Brusa, dove risulta regimato con una sezione consolidata in palificate di legname, dim. 100-200 x h 120 cm.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

A valle della sterrata presente nell'ambito agricolo, attraversata con un collettore in cls. diam. 100 cm, vede l'alveo consolidato in gabbionate metalliche. Prosegue quindi verso lo sbocco nel Torrente Ranza con alveo meno definito in ambito agricolo-boscato e sottopassando con ampio manufatto rettangolare la sede ferroviaria.





***n. 12** (affluente n. 13)*

Nasce raccogliendo le acque del versante sottostante via Volta e lo solca scendendo verso il Torrente Ranza.



Estratto RIM

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

A valle del versante boscato, si rintraccia nell'ambito dell'Azienza Agricola Brusa, dove scorre in sezione molto approfondita.



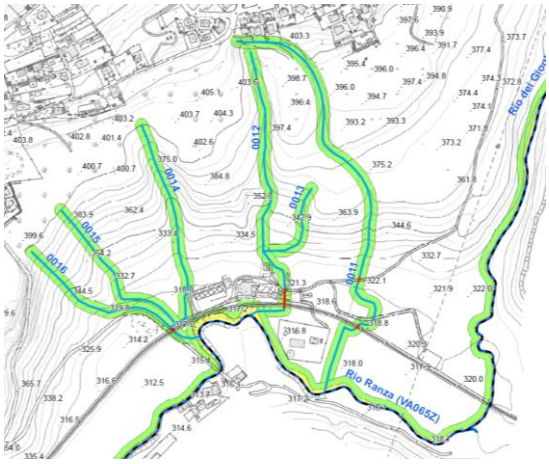
Un collettore in gres, diam. 300 mm consente l'attraversamento della sterrata e della sede ferroviaria dismessa. Prosegue quindi verso lo sbocco nel Torrente Ranza con alveo meno definito ed in ambito agricolo.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

n. 14, 15 e 16

Nascono e si sviluppano con andamento similare, lungo il versante compreso tra via Volta e l'Azienda Agricola Brusa



Estratto RIM

Il Torrente n. 14 ha le caratteristiche di un fosso di drenaggio, con andamento rettilineo che costeggia un ambito boscato sino alla sterrata di ingresso all'Azienda, dove devia verso ovest per congiungersi al Torrente n. 15.





STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Il Torrente n. 15 ha andamento similare, ma in ambito boscato, e si unisce al Torrente n. 16 che invece costeggia via Mulini.



L'unione dei tre corsi d'acqua, a fronte di un collettore in attraversamento difficilmente rintracciabile a causa della vegetazione e dei sedimenti, genera un ambito di ristagno.



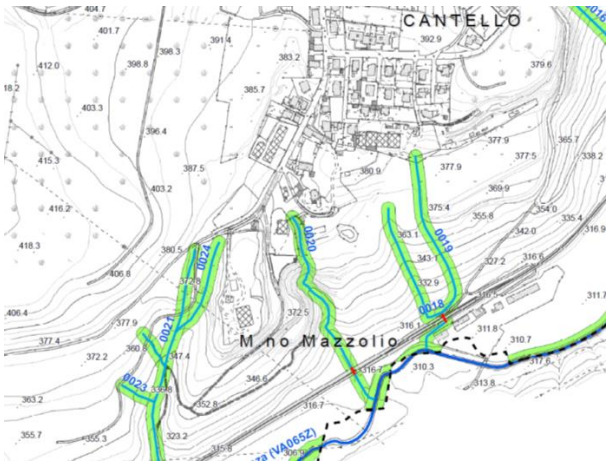


Il ricettore finale si getta nel Torrente Ranza immediatamente a valle dell'attraversamento.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

n. 17, 18 e 19

Nascono e si sviluppano con andamento similare, lungo il versante a sud dell'abitato di Cantello.



Estratto RIM

Solcato il versante boscato, si uniscono a monte del rilevato ferroviario che viene attraversato con un collettore in cls. diam 80 cm. Aggirata una vasca in c.a. (relitto di vecchi manufatti produttivi), si getta nel Torrente Ranza.



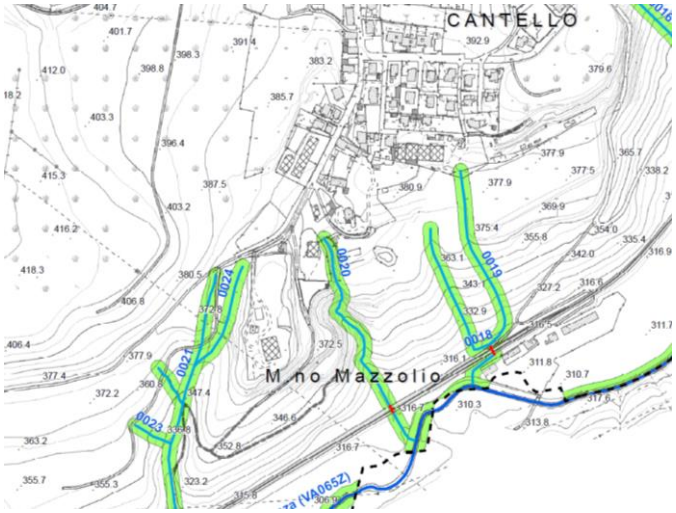




STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

n. 20

Nasce quale scarico dello scolmatore di acque miste della rete comunale, da un collettore diam. 200 cm, collocato al margine sud dell'abitato di Cantello



Estratto RIM



Percorre un tratto di 50 metri circa all'interno di una sezione rettangolare consolidata (4,50 m x h 1,50 m), al termine del quale si getta nel ripido versante sottostante.



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737



Solcato il versante boscato, si rintraccia a monte della linea ferroviaria, che attraversa con manufatto rettangolare di dimensioni pari a 5.00 m x h 250 cm, a valle del quale si getta nel Torrente Ranza.



***n. 21** (affluenti n. 22, 23 e 24)*

Corso d'acqua a carattere prettamente stagionale, ma con presenza di portate risorgive nella parte di valle, collocato al margine sud dell'abitato di Cantello.



Estratto RIM

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Nel primo tratto si presenta con carattere di fosso di scolo in valle boscata.



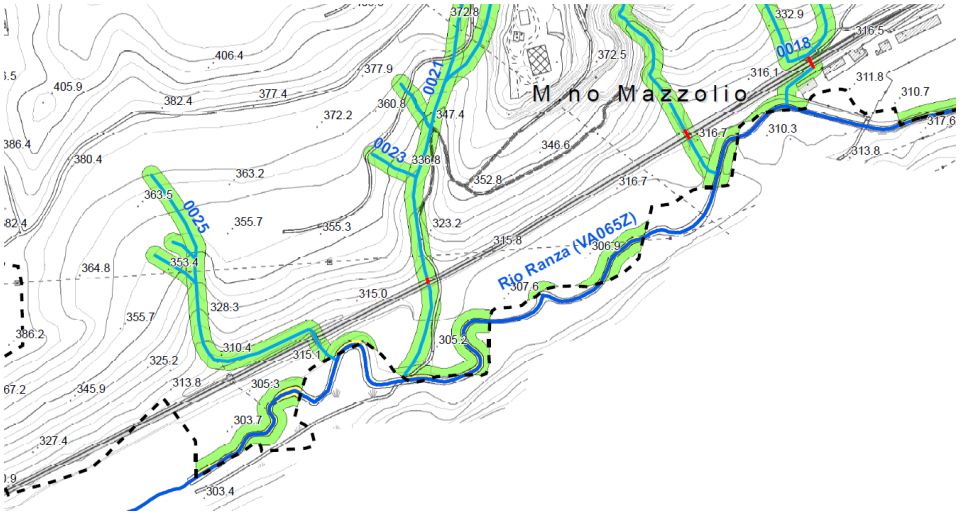
Dopo aver ricevuto i contributi di piccoli affluenti, si riscontra a monte del rilevato ferroviario, che attraversa a partire da una cameretta grigliata, con un collettore in PVC diam. 500 mm. Sfocia quindi nel Torrente Ranza.





n. 25

Corso d'acqua a carattere prettamente stagionale, ma con presenza di portate risorgive nella parte di valle, collocato su versante in ambito extraurbano.



Estratto RIM

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737



Si riscontra a monte del rilevato ferroviario, che attraversa con un cunicolo carrabile avente dimensioni di 250 cm x h max 400 cm. Sfocia quindi nel Torrente Ranza.





STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Sistema fognario

Per quanto riguarda l'organizzazione del sistema fognario, in assenza della documentazione di dettaglio da prodursi da parte del gestore (Alfa Srl), si richiama la descrizione generale contenuta nella relazione tecnica del PUGGS.

La rete fognaria comunale è connessa al depuratore di Cantello, gestito dal Consorzio SOCIETA' PER LA TUTELA AMBIENTALE DEL BACINO DEL FIUME OLONA. Al depuratore di Cantello complessivamente sono connessi 2 comuni: Cantello e Rodero (CO); l'insieme della rete fognaria di detti comuni e definito dall'ATO di Varese come agglomerato AG25.

Dal punto di vista funzionale la rete fognaria comunale è costituita principalmente da collettori di acque miste e solo in pochi casi vi è la presenza di fognatura separata. Per quanto riguarda le acque miste è possibile individuare una rete ben ramificata. Le acque raccolte nella rete vengono poi convogliate al collettore provinciale che attraversa la porzione orientale del Comune con direzione Nord-Sud".

Il citato studio evidenzia la presenza di alcuni brevi tratti di rete bianca non cartografati e privi di una reale efficacia di differenziazione degli scarichi in quanto interconnessi alla rete di acque miste.

Per quanto riguarda l'efficienza di raccolta e smaltimento, come meglio riportato in Tavola 2, sulla base delle osservazioni di fenomeni avvenuti, si sono individuate alcune aree ove risulta difficoltoso lo smaltimento dei deflussi superficiali.

L'Amministrazione Comunale, inoltre, ha proceduto ad adeguare la rete fognaria lungo la via San Lorenzo, dove, in passato, si sono verificate frequenti insufficienze di smaltimento dei deflussi.

Sono noti, infine, alcuni modesti fenomeni di erosione incanalata generati a valle dello scarico dello scolmatore di acque miste posti a ridosso del limite superiore del terrazzo morenico, in corrispondenza di piccole vallecole incise.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

5. DEFINIZIONE DELL'EVENTO METEORICO DI RIFERIMENTO

Per la determinazione delle piogge caratteristiche per il territorio in esame, si deve calcolare la LSPP (Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica) caratteristica del sito in esame, una relazione tra la durata e l'altezza di pioggia ragguagliata all'area del bacino considerato, e, in tal senso, il R.R. 7/2017 consiglia l'utilizzo dei dati messi a disposizione da A.R.P.A. per l'area in oggetto e riportati nella successiva tabella.

Non risulta necessario differenziare la LSPP per i diversi sottobacini che si estendono all'interno del territorio Comunale, in quanto i parametri individuati nel punto centrale del territorio urbanizzato definiscono già compiutamente e con adeguato grado di precisione la pluviometria dell'intero Comune.

Altresì, tutti gli interventi interni al territorio Comunale, saranno riferibili ad eventi meteorici di durata inferiore alle 24 ore.

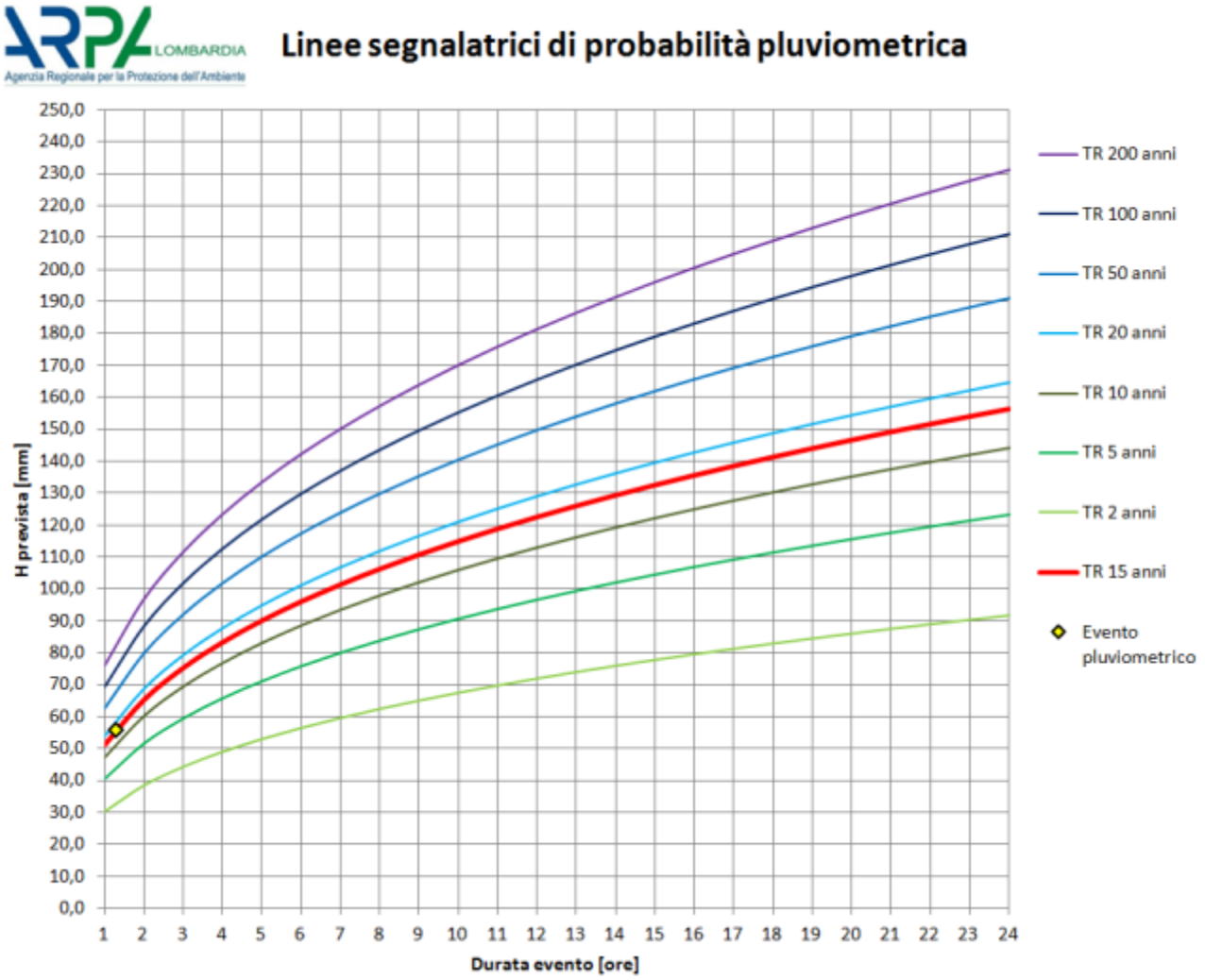


La precipitazione lorda per determinati tempo di ritorno e durata viene determinata con la seguente formulazione analitica:

$$h_t(D) = A_1 \times W_t \times D^n \quad \text{in cui} \quad W_T = \xi + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, A_1 è il coefficiente pluviometrico orario, Wt è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T, n è l'esponente della curva (parametro di scala), α, ε, k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737



In accordo con le indicazioni del Regolamento, per la descrizione delle piogge caratterizzate da durate inferiori ad un'ora, in assenza di ulteriori registrazioni pluviometriche, si assumono i medesimi parametri relativi a piogge di durate superiori, variando il solo esponente *n*, cui viene attribuito il valore di 0,50.

Per piogge caratterizzate da durate che variano tra 1 e 24 ore i dati ARPA associano all'esponente *n* il valore di 0,3506.

Dalle curve caratteristiche si hanno, per i tempi di ritorno richiesti, i seguenti parametri:

TR 10 anni: $a = A_1 \times Wt = 47{,}11$ mm;

$h_{TR10} = 47{,}11 \cdot D^{0,50}$ per durate inferiori ad 1 ora

$h_{TR10} = 47{,}11 \cdot D^{0,3506}$ per durate comprese tra 1 ora e 24 ore

TR 50 anni: $a = A_1 \times Wt = 62{,}07$ mm;

$h_{TR50} = 62{,}07 \cdot D^{0,50}$ per durate inferiori ad 1 ora

$h_{TR50} = 62{,}07 \cdot D^{0,3506}$ per durate comprese tra 1 ora e 24 ore

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

TR 100 anni: a = A_1 x Wt = 68,39 mm;

$h_{TR100} = 68,39 \cdot D^{0,50}$ per durate inferiori ad 1 ora

$h_{TR100} = 68,39 \cdot D^{0,3506}$ per durate comprese tra 1 ora e 24 ore

6. VALUTAZIONI IDRAULICHE

Specifiche generali

Il primo riferimento normativo è rintracciabile nell'Art. 14, comma 7 del R.R. 7/2017, al punto 3, secondo cui il presente studio deve contenere:

la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza delle rete fognaria. A tal fine, il comune redige uno studio idraulico relativo all'intero territorio comunale che:

3.1. effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento. Per lo sviluppo di tale modello idraulico, il comune può avvalersi del gestore del servizio idrico integrato;

3.2. si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;

3.3. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;

3.4. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al punto numero 2 diversi dalla rete fognaria, utilizzando studi o rilievi di dettaglio degli stessi, qualora disponibili, o attraverso valutazioni di massima;

3.5. individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti.

Le valutazioni da svolgere dovrebbero interessare, con procedure distinte, i ***tratti già oggetto di delimitazioni PAI – PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni)***, affidato alla gestione dell'Agenzia Interregionale per il Po (AIPO), ***il Reticolo Idrico Principale ed il Reticolo Idrico Minore*** (ove non già ricadenti nel caso precedente), e la ***rete artificiale deputata allo scolo delle acque*** meteoriche, di competenza del gestore locale del servizio idrico integrato (ALFA S.r.l.).

Per quanto concerne il primo caso, per il quale le valutazioni da svolgere devono prendere avvio dalle ultime risultanze del PGRA, si segnala la quasi totale assenza di fasce PGRA lungo il Reticolo Idrico Principale: fa eccezione il tratto terminale del Rio dei Gioghi, in quanto, lungo gli altri corsi d'acqua, le fasce PGRA si collocano esternamente al territorio comunale.

Altre fasce PGRA sono individuate in corrispondenza dei corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore, n. 3, 21 e 20 (per quanto quasi totalmente connessi alla presenza di conoidi e non derivanti da

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

insufficienze idrauliche), ed in un'altra area all'estremità sud-ovest del territorio comunale dove, tuttavia, non si ravvisa la presenza di ricettori idrici di superficie.
Tutto ciò premesso, per quanto concerne il Rio dei Gioghi ed i Torrenti n. 3, 21 e 20 si procederà alla determinazione della portata attesa con tempo di ritorno 100 anni, in accordo con il dettato normativo e ad una valutazione di dettaglio della pericolosità connessa alle aree già individuate dal PGRA.
Nel caso in esame, in assenza di studi o di rilievi di dettaglio, si è proceduto con la determinazione della geometria fluviale a partire dai rilievi LIDAR del territorio Comunale.

Nel secondo caso (Reticolo Minore e Principale) non sono date portate ufficiali di riferimento e, altresì, quasi tutti i ricettori non interessati da fasce PGRA rientrano nel Reticolo Idrico Minore (fa eccezione il Torrente Clivio). In virtù di questo, le valutazioni richieste prendono avvio dalle stime idrologiche finalizzate alla delimitazione e caratterizzazione del bacino idrografico di pertinenza di ciascun corpo idrico e dal calcolo delle portate di piena, secondo gli scenari di riferimento richiesti dalla normativa di invarianza: in tal senso, in analogia con le normative di settore, le valutazioni verranno condotte per TR100 anni. In accordo con quanto richiesto dal Regolamento, in assenza di studi o di rilievi di dettaglio le valutazioni degli scenari di piena lungo le aste dei corpi idrici rientranti in questo caso vengono svolte in maniera sommaria, con determinazione semplificata della capacità di smaltimento in corrispondenza di alcune sezioni ritenute di particolare significato ai fini dei calcoli (tombinature, attraversamenti, restrizioni di sezione, …).
La valutazione puntuale delle condizioni di rischio e di pericolosità idraulica (svolta, in ossequio alla normativa regionale, assumendo lo scenario atteso ogni 100 anni) è limitata all'intorno di tali sezioni singolari.

Stante l'importanza del corso d'acqua e la presenza di criticità riscontrate all'interno del territorio Comunale, si procederà, invece, con un'analisi di dettaglio del Torrente Clivio determinando la geometria fluviale a partire dai rilievi LIDAR del territorio Comunale.

Per quanto concerne il terzo caso (rete di scolo), il calcolo è limitato alla valutazione dei deflussi meteorici, in termini di portate e volumi, come indicato all'art. 14, comma 7, lettera a), punto 3.1, del Regolamento, finalizzato alla valutazione delle misure strutturali da adottare. La valutazione della capacità di smaltimento della rete, viene rimandata ad una fase successiva, da attuare una volta acquisite le caratteristiche puntuali della rete da parte del Gestore del Servizio Idrico Integrato.

Le valutazioni idrauliche sopra esposte consentono di definire la distribuzione spaziale dei valori locali di velocità di deflusso ed altezza di colonna d'acqua al suolo, nelle aree interessate da onde di piena ricorrenti: ai fini del tracciamento sulla cartografia di supporto alla pianificazione

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

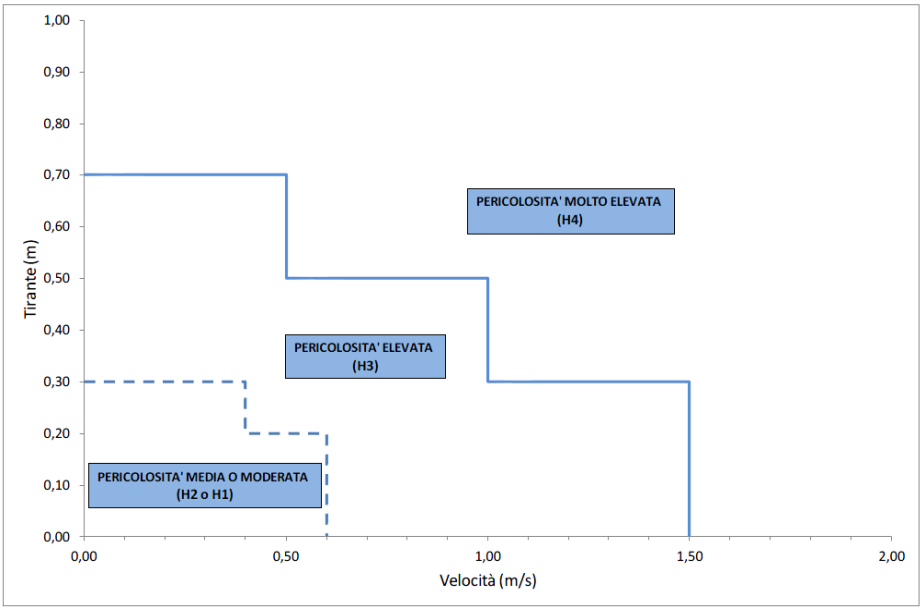
urbanistica comunale, la distribuzione delle condizioni di pericolosità viene quindi stimata, come indicato, a partire dal solo scenario caratterizzato da tempo di ritorno di 100 anni.

La zonizzazione del rischio, è immediatamente ricavabile, in quanto dipende dalla combinazione, di natura qualitativa, tra la pericolosità (1), il danno potenziale (2) e la vulnerabilità (3) delle aree come di seguito descritto

$$R = H \times E \times V$$

e facendo riferimento ai valori limite indicati nel grafico sottostante, congruente con le indicazioni normative (D.G.R. 30.11.2011, n. IX/2616, “Procedure la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio esondazione”).

1) Si riporta di seguito la matrice utilizzata per la definizione dei livelli di pericolosità (H), tratta dalla normativa vigente.



In relazione al percorso seguito nella redazione dei calcoli, i valori di pericolosità idraulica possono essere definiti solo laddove il modello di calcolo abbia riconosciuto possibilità di allagamento nel corso dell’evento ricorrente con tempo di ritorno di 100 anni. Alle aree esterne a tale delimitazione, se interessate dalla pianificazione di bacino (P.A.I. o P.G.R.A.), ovvero se già riconosciute come potenzialmente allagabili in altra sede, vengono in ogni caso attribuite condizioni di pericolosità e di rischio “marginali” (ovvero H1 – H2).

2) Le classi del danno potenziale sono determinate in funzione degli elementi a rischio contenuti. Si veda in proposito la seguente tabella tratta dalla succitata normativa:

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

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

3) Infine, ai sensi della predetta normativa*, "ponendo (a favore di sicurezza) la vulnerabilità pari a 1, il rischio idraulico deriva dall'intersezione di pericolo e danno potenziale, come riportato nella seguente matrice*:"

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

Determinazione delle portate di riferimento

Si riportano di seguito le modalità di determinazione delle portate di riferimento per i corsi d'acqua oggetto di verifica.

Determinazione del tempo di corrivazione

La stima del tempo di corrivazione è stata effettuata attraverso l'applicazione del metodo del tempo di concentrazione, che considera la sommatoria del tempo impiegato dai deflussi idrici in versante ed in canale.

Al fine della determinazione delle diverse tempistiche si sono utilizzati i seguenti valori:

- velocità media in reticolo: 1,00 m/s derivante dall'applicazione della formula $V=Ks\ Rh^{2/3}\ i^{1/2}$ con riferimento ad una sezione media tra le condizioni iniziali di deflusso e quelle con alveo più definito; tale valore risulta anche intermedio rispetto alla velocità iniziale di versante, con alvei ancora non ben delineati, ed a quella in alveo consolidato.
- velocità media versanti: in funzione della pendenza, con la $V = c\ i^{0,5}$ con c variabile tra 0,4 e 0,6.

A titolo di confronto, per i bacini idrografici, i valori ottenuti sono stati paragonati con quelli stimati dalla seguente formula di Ferro (2002), adatta alla quantificazione del tempo di corrivazione di piccoli bacini.

$$Tc = 0{,}675\sqrt{A}$$

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

con:

Tc = tempo di corrivazione (ore)

A= area bacino idrografico (km^2).

Si noterà come i risultati ottenuti con la formulazione empirica risultano genericamente paragonabili a quelli calcolati con procedimento analitico.

Nella successiva tabella si riportano i risultati ottenuti:

Torrente	TR 0001-0002	TR 0003-0004	TR 0005-0006	TR 0007	TR 0008
Area km^2	0,23	0,14	0,09	0,13	0,03
Lungh. reticolo (m)	780	453	415	401	131
T reticolo (ore)	0,17	0,10	0,09	0,09	0,03
Lungh. versante fino allo spartiacque (m)	132	145	354	140	83
i versante (m/m)	0,21	0,23	0,18	0,31	0,39
V versante (m/s)	0,23	0,24	0,21	0,28	0,31
T Vers (ore)	0,16	0,17	0,47	0,14	0,07
T corrivazione (ore)	0,33	0,27	0,56	0,23	0,10
T tramite formula di Ferro (ore)	0,28	0,25	0,20	0,24	0,07

Torrente	TR 0009	TR 00010	TR 00011	TR 0012-0013	TR 0014
Area km^2	0,05	0,01	0,15	0,04	0,10
Lungh. reticolo (m)	173	138	691	402	376,2
T reticolo (ore)	0,04	0,03	0,15	0,09	0,08
Lungh. versante fino allo spartiacque (m)	54	244	260	103	125
i versante (m/m)	0,28	0,14	0,12	0,23	0,34
V versante (m/s)	0,26	0,19	0,18	0,24	0,29
T Vers (ore)	0,06	0,36	0,41	0,12	0,12
T corrivazione (ore)	0,10	0,39	0,57	0,21	0,20
T tramite formula di Ferro (ore)	0,07	0,10	0,26	0,15	0,15

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Torrente	TR 0015-0016	TR 0017-0018-0019	TR 0020	TR 0021	TR 0025	T. Clivio	Rio dei Gioghi
Area km^2	0,11	0,08	0,34	0,05	0,17	14,60	1,53
Lungh. reticolo (m)	366	378	327	401	375	11500	3560
T reticolo (ore)	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	3,36	0,66
Lungh. versante fino allo spartiacque (m)	90	134	122	118	147	660	500
i versante (m/m)	0,33	0,13	0,30	0,27	0,25	0,38	0,15
V versante (m/s)	0,29	0,18	0,28	0,26	0,25	0,31	0,27
T Vers (ore)	0,09	0,20	0,12	0,13	0,16	0,60	0,51
T corrivazione (ore)	0,17	0,29	0,20	0,21	0,25	3,96	1,17
T tramite formula di Ferro (ore)	0,17	0,19	0,39	0,15	0,28	2,58	0,83

Stima della pioggia efficace

Per pioggia efficace si intende l'effettivo volume idrico che si rende disponibile per il ruscellamento superficiale e che raggiunge rapidamente la rete idrografica producendo l'onda di piena. La pioggia netta viene calcolata depurando dal volume totale dello ietogramma di progetto le perdite dovute all'infiltrazione nel suolo e all'evaporazione.

La stima delle piogge efficaci viene operata utilizzando un metodo sperimentato dal Servizio Statunitense di Conservazione del Suolo (SCS-CN). Tale metodo noto come 'Curve Number' (Chow, 1988) consente di tenere conto delle perdite di volumi di pioggia che avvengono all'inizio dell'evento, precedentemente descritto, attraverso la seguente equazione:

$$P_{netta} = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia + S)}$$

dove P_{netta} [mm] è la pioggia efficace che genera il deflusso superficiale, P [mm] è l'afflusso meteorico lordo, Ia [mm] rappresenta le perdite iniziali ed S [mm] il massimo assorbimento potenziale.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Per i torrenti in questione, i valori di P, S e P_{netta}, vengono espressi nella tabella seguente:

Torrente	P	S	P_{netta}
TR 0001-0002	39,44	46,81	11,77
TR 0003-0004	35,50	46,81	9,37
TR 0005-0006	51,10	46,81	19,68
TR 0007	32,64	46,81	7,73
TR 0008	21,99	46,81	2,68
TR 0009	21,12	46,81	2,36
TR 00010	42,92	46,81	14,01
TR 00011	51,42	46,81	19,90
TR 0012-0013	31,18	46,81	6,94
TR 0014	30,74	46,81	6,70
TR 0015-0016	28,03	46,81	5,32
TR 0017-0018-0019	36,64	46,81	10,05
TR 0020	30,26	46,81	6,45
TR 0021	31,71	46,81	7,22
TR 0025	33,93	46,81	8,45
T. Clivio	110,78	39,46	74,37
Rio dei Gioghi	72,29	46,81	36,09

Da relazioni empiriche ricavate da numerosi casi sperimentali si ha inoltre:

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1\right)$$

$$I_a = \lambda S$$

dove So è un fattore di scala, che dipende dall'unità di misura adottata e che per valori di S e P misurati in mm, è pari a 254 mm; λ è un coefficiente di proporzionalità di valore 0,2.

Il CN è un valore dipendente da due fattori principali: uso del suolo e caratteristiche di permeabilità del substrato (litologia). Data la similitudine del tipo di suolo in cui sono presenti i torrenti (versanti

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

acclivi boscati), si determina un valore generale di CN_{II} pari a 70. Tale valore, vedi tabella seguente, è coerente con quello di un suolo boscato, in presenza di copertura fitta e con sottobosco.

***Valori del parametro CN** (adimensionale)*	***←Tipo idrologico Suolo →***			
↓ Tipologia di Uso del Territorio	***A***	***B***	***C***	***D***
Terreni coltivati, in presenza di pratiche di conservazione del suolo*	62*	71*	78*	81*
Terreni coltivati, in assenza di pratiche di conservazione del suolo*	72*	81*	88*	91*
Prati	≤30*	58*	71*	78*
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco*	45*	66*	77*	83*
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco*	25*	55*	70*	77*
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area impermeabile 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m^2 (area impermeabile 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500÷1000 m^2 (area impermeabile 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000÷1500 m^2 (area impermeabile 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali , lotti di 1500÷2000 m^2 (area impermeabile 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000÷5000 m^2 (area impermeabile 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000÷10000 m^2 (area impermeabile 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade, ...	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terrra	72	82	87	89

Ai fini della valutazione della pioggia netta, il precedente valore di CN, riferito a condizioni ordinarie di saturazione del suolo (CN II), viene corretto (CN III) per tenere conto secondo la seguente formulazione:

$$CN\,(III) = \frac{CN\,(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

Ciò al fine di tenere in considerazione le condizioni relative a precipitazioni precedenti all'evento critico. Il valore di CN III che verrà tenuto in considerazione per ogni torrente è pari a 84,43.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

È possibile ora trovare i valori della portata per ogni torrente in esame, che vengono espressi nella seguente tabella:

Torrente	Q_{TR100}
TR 0001-0002	2,26
TR 0003-0004	1,35
TR 0005-0006	0,88
TR 0007	1,23
TR 0008	0,22
TR 0009	0,34
TR 00010	0,10
TR 00011	1,47
TR 0012-0013	0,37
TR 0014	0,92
TR 0015-0016	0,97
TR 0017-0018-0019	0,78
TR 0020	3,11
TR 0021	0,47
TR 0025	1,62
T. Clivio	76,19
Rio dei Gioghi	13,05

Verifica della capacità di smaltimento

Per la verifica di capacità di smaltimento delle sezioni si utilizzerà, dove non diversamente specificato, la formula di Chezy con coefficiente di Gaukler-Strickler:

$$Q = K_s R^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} A$$

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per ognuno dei corsi d'acqua individuati al capitolo 4.

***n. 01** (affluente n. 02)*

A fronte della presenza del Laghetto dei Mughetti, che funge da organo di regolazione, la portata massima defluibile dal collettore in uscita è sicuramente compatibile con le sezioni di valle e, pertanto, non si individuano nuove aree allagabili.

***n. 03** (affluente n. 04)*

Il Torrente si presenta già all'apice con sezione trapezia avente dimensioni di circa 50-120 cm x h 80 cm.

Applicando le formulazioni proposte, verificata una pendenza media del 20% ed imponendo un Ks di 30 $m^{1/3}/s$ (alvei naturali), si ottiene una portata smaltibile con un grado di riempimento del 50% di circa 2,26 mc/s ed una velocità di 5,23 m/s.

Il corso d'acqua è dunque genericamente in grado di contenere le portate attese.

Le problematiche riscontrate in loco sono relative al punto circa coincidente con l'innesto dell'affluente n. 4, dove si evidenzia un abbassamento arginale in destra idrografica, ed alla confluenza finale sulla Strada di Velmaio: si conferma dunque parte l'areale già interessato da PGRA, con attribuzione di un grado di pericolosità H4 dipendente dalla velocità del flusso in uscita, molto elevato a causa dell'acclività dei versanti.

Rispetto a quanto indicato dalla cartografia di PGRA, non risultano interessabili da esondazioni, a fronte della conformazione dei versanti, parte degli areali in sinistra idrografica a valle dell'inserimento del Torrente n. 04.

***n. 05** (affluente n. 06)*

A monte di via Lugano, dove è posto l'unico attraversamento del corso d'acqua, il bacino fornisce una portata molto limitata, pari a circa 0.5 mc/s. Pertanto, non si individuano nuove aree allagabili.

n. 07

La sezione più ristretta è quella rappresentata dal collettore in cls. diam. 100 cm in attraversamento alla via Lugano.

Con le formulazioni proposte ed un grado di riempimento del 75%, il collettore in oggetto (pendenza cautelativa dell'1%) è in grado di smaltire una portata di 1,70 mc/s.

Non si ravvisano dunque aree esterne al corso d'acqua interessabili da possibili esondazioni.

n. 08, 09 e 10

I Torrenti sono incisi in ambito vallivo, sono privi di manufatti di restringimento e devono smaltire portate molto limitate. Non si ravvisano dunque aree esterne al corso d'acqua interessabili da possibili esondazioni.

n. 11

La sezione più ristretta è quella rappresentata dal collettore in cls. diam. 100 cm in attraversamento alla strada sterrata esistente.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Con le formulazioni proposte ed un grado di riempimento del 75%, il collettore in oggetto (pendenza cautelativa dell'1%) è in grado di smaltire una portata di 1,70 mc/s.

Non si ravvisano dunque aree esterne al corso d'acqua interessabili da possibili esondazioni: a valle della strada sterrata ed a monte del rilevato ferroviario l'alveo risulta meno definito e possibile sede di esondazione: stanti le caratteristiche morfologiche dell'area e la vicinanza del Rio dei Gioghi, si individuano areali con grado di pericolosità da H1 ad H4.

***n. 12** (affluente n. 13)*

La sezione più ristretta è quella rappresentata dal collettore in gres diam. 30 cm in attraversamento alla strada sterrata ed alla sede ferroviaria esistenti.

Con le formulazioni proposte ed un grado di riempimento del 75%, il collettore in oggetto (pendenza cautelativa dell'1%) è in grado di smaltire una portata di 0,11 mc/s.

Il collettore risulta quindi insufficiente allo smaltimento delle portate attese: stanti le ridotte portate in gioco ed i tiranti raggiungibili, si individua un areale con pericolosità H1 a monte del rilevato ferroviario.

n. 14, 15 e 16

La sezione più ristretta è quella rappresentata dall'attraversamento della strada che conduce all'Azienda Agricola Brusa, di cui non è stato possibile individuare compiutamente la sezione a causa dei sedimenti accumulati. In accordo con quanto riscontrato sul territorio, risulta individuabile un areale con pericolosità H1 nell'area già precedentemente individuata quale avente problematiche di ristagno.

n. 17, 18 e 19

La sezione più ristretta è quella rappresentata dal collettore in cls. diam. 80 cm in attraversamento alla sede ferroviaria.

Con le formulazioni proposte ed un grado di riempimento del 75%, il collettore in oggetto (pendenza cautelativa dell'1%) è in grado di smaltire una portata di 1,25 mc/s.

Non si ravvisano dunque aree esterne al corso d'acqua interessabili da possibili esondazioni.

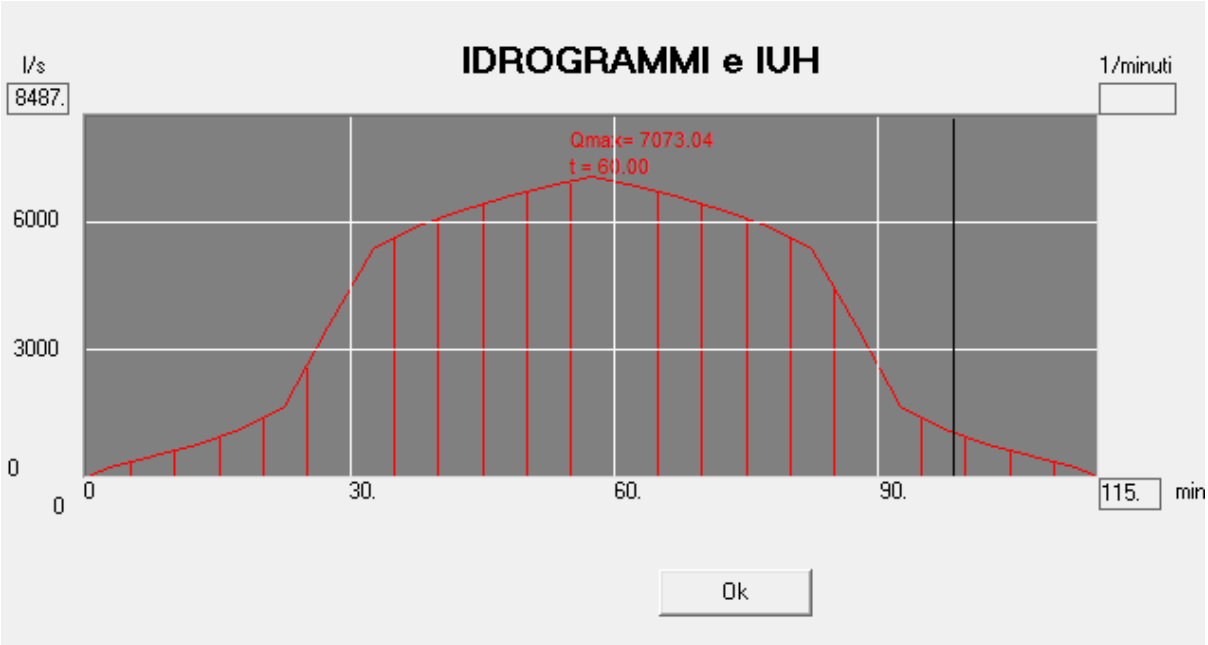
n. 20

Il Torrente presenta, nella sezione più critica, una forma rettangolare consolidata (4,50 m x h 1,50 m).

Tale sezione raccoglie di fatto, unicamente il contributo urbano dato dallo scolmatore fognario: come desumibile dai paragrafi seguenti (determinazione del sistema urbano), l'areale servito è di circa 160 ettari (Ambiti da 1 a 6), di cui 115 ha urbanizzati, con coefficiente di deflusso pari al 55%.

Utilizzando le formulazioni sopra proposte, considerando a titolo assolutamente cautelativo una capacità di intercettazione della rete di acque meteoriche pari al 100%, il bacino urbano considerato fornisce, per TR 10 anni, il seguente idrogramma, con una portata massima di circa 7 mc/s ed un volume totale di circa 25.000 mc:

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737



Applicando le formulazioni proposte, verificata una pendenza media del 3% ed imponendo un Ks di 30 $m^{1/3}/s$ (alvei naturali), si ottiene una portata smaltibile con un'altezza di 100 cm di circa 22 mc/s ed una velocità di 4,48 m/s.

Nel tratto vallivo, pur in assenza di approfondimenti idraulici, si ha che il manufatto di attraversamento ferroviario (500 cm x h 250 cm) risulta in grado di smaltire tutte le portate attese.

Non si ravvisano dunque aree esterne al corso d'acqua interessabili da possibili esondazioni.

n. 21 *(affluenti n. 22 e 23)*

La sezione più ristretta è quella rappresentata dal collettore in PVC diam. 500 mm in attraversamento alla sede ferroviaria.

Con le formulazioni proposte ed un grado di riempimento del 75%, il collettore in oggetto (pendenza cautelativa dell'1%) è in grado di smaltire una portata di 0,53 mc/s.

Le modalità di intercettazione delle acque a monte del rilevato ferroviario (griglia parzialmente occlusa) obbligano all'individuazione di una fascia con pericolosità H4 a monte del rilevato ferroviario ed H1 a valle del rilevato stesso, posta con estensione corrispondente all'area di conoide.

n. 25 *(affluente n. 24)*

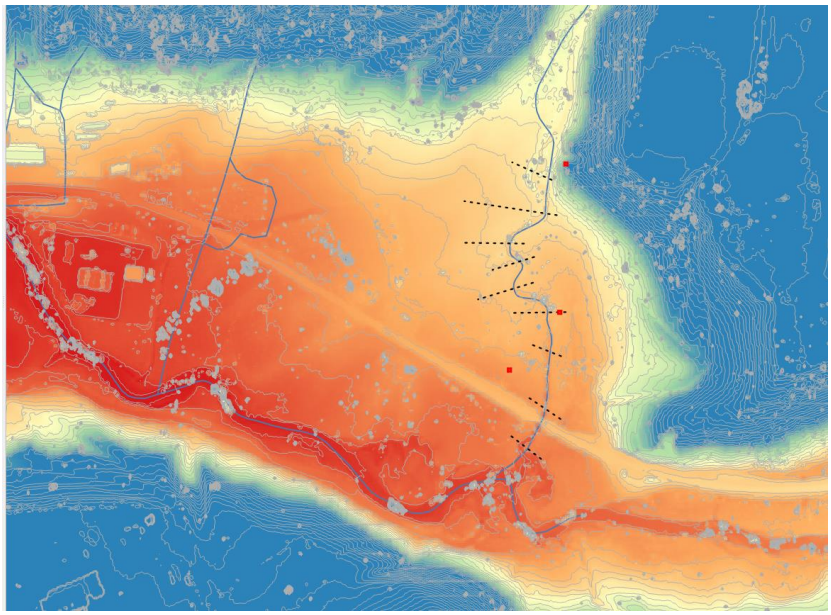
La sezione più critica è quella in corrispondenza del cunicolo carrabile avente dimensioni di 250 cm x h max 400 cm, sicuramente in grado di smaltire le portate attese.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Rio dei Gioghi

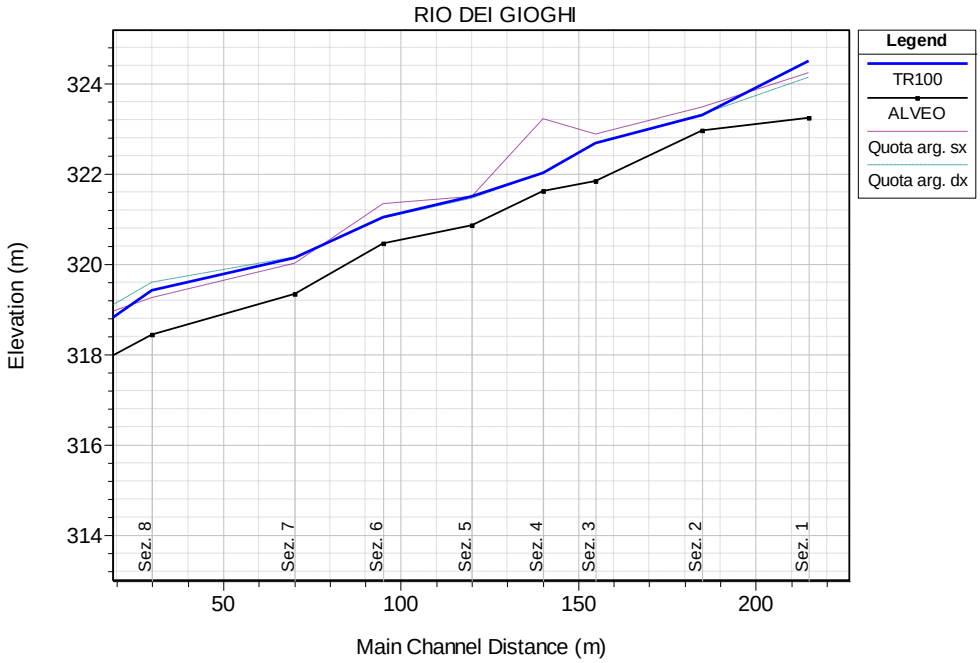
Per quanto concerne il Rio dei Gioghi, il tratto oggetto di verifica è quello a monte del rilevato ferroviario, in uscita dall'area valliva, così come individuato nelle mappe di PGRA.

A fronte della portata determinata nei paragrafi precedenti si sono quindi individuate le sezioni di riferimento, ottenute attraverso il rilievo LIDAR.



Rilievo LIDAR con traccia sezioni

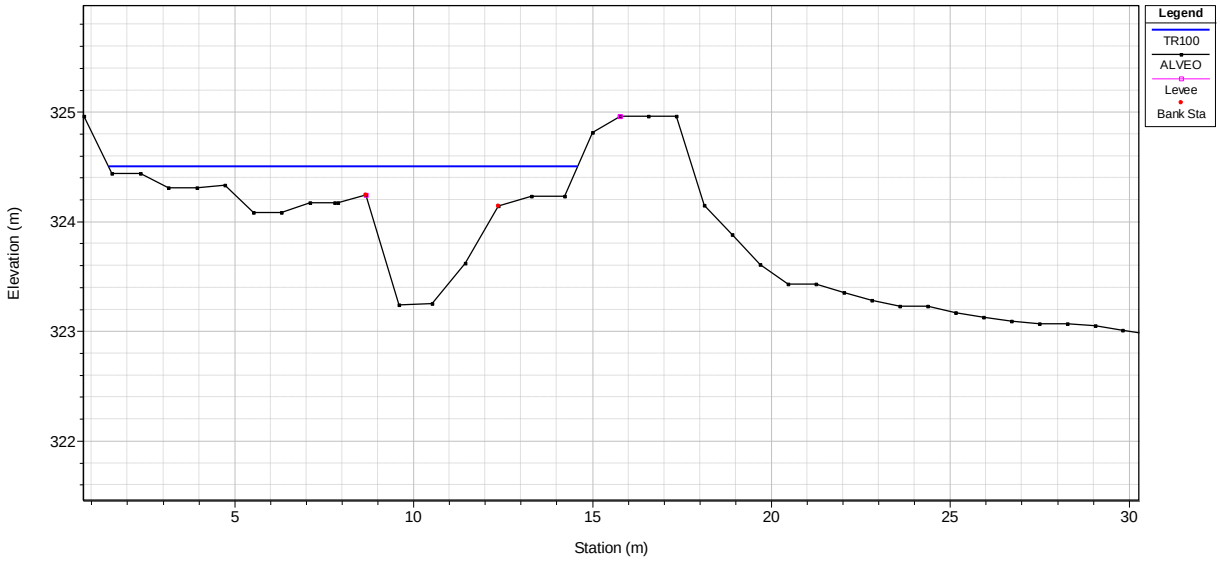
Il tratto oggetto di indagine ha lunghezza di circa 250 m e sono state estrapolate 8 sezioni trasversali, localizzate come da profilo altimetrico di seguito riportato: la ridotta lunghezza del tratto in esame rende l'approccio stazionario e monodimensionale sufficiente e conservativo per la valutazione degli aspetti in oggetto.



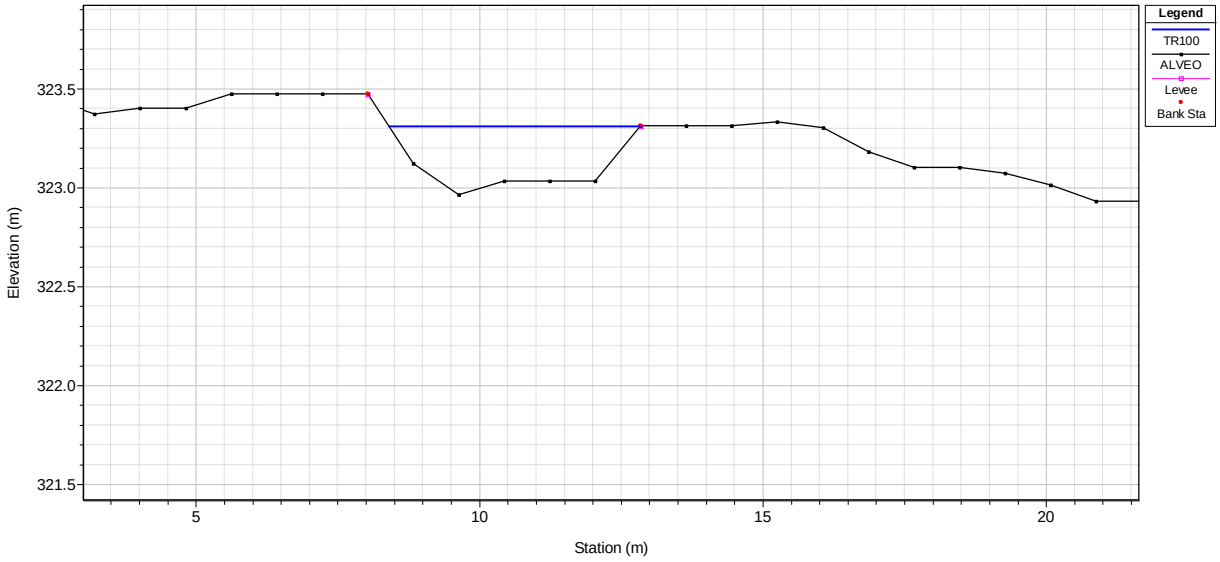
Le simulazioni idrauliche evidenziano un alveo sufficiente al contenimento delle portate attese per le sezioni 1 e 2, mentre alla Sezione 3 vi è una insufficienza spondale in destra idrografica.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

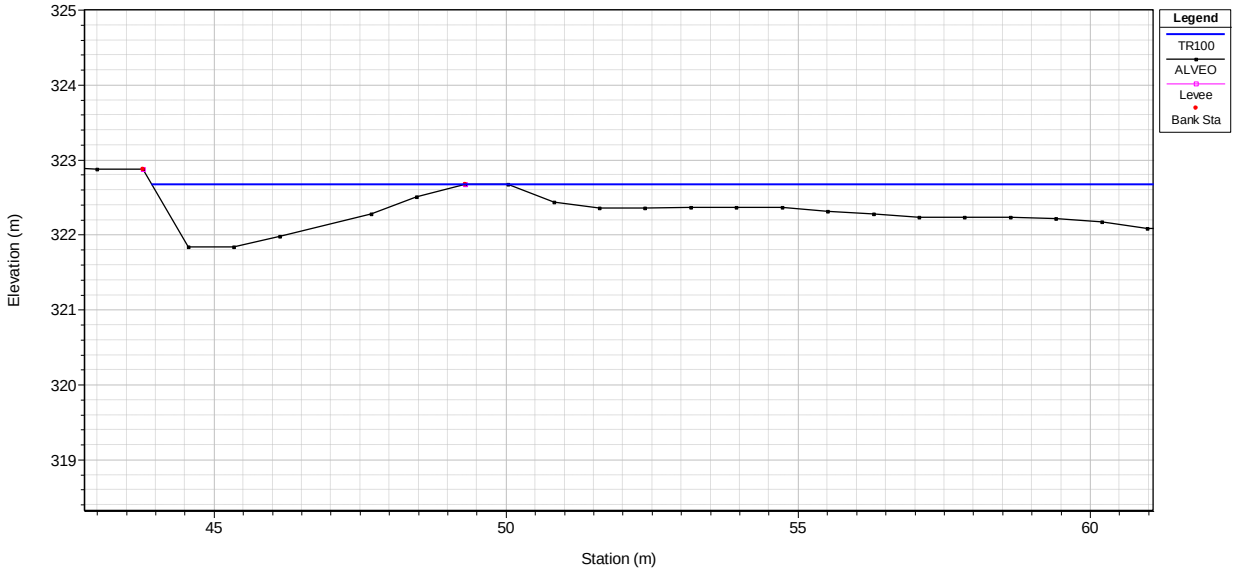
Sez. 1 RIO DEI GIOGHI



Sez. 2 RIO DEI GIOGHI

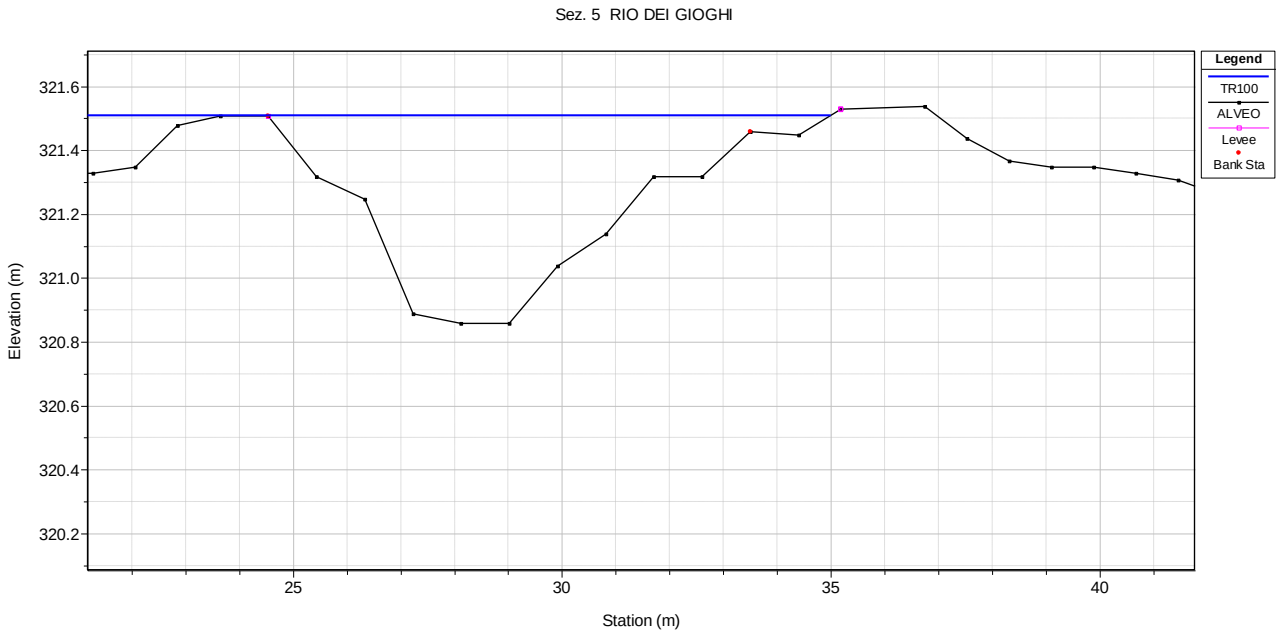


Sez. 3 RIO DEI GIOGHI



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Successivamente, la Sez. 5 manifesta invece insufficienze in sponda sinistra, esternamente al territorio comunale.



Tutto ciò premesso:

- stante i ridotti franchi di sicurezza nelle sezioni, pur sufficienti, all'apice del tratto oggetto di indagine, si ritiene corretto confermare l'areale soggetto a pericolosità idraulica già presente nel PGRA;
- di contro, le portate esondabili risultano modeste e defluenti in ambito sub pianeggiante, con ridotte velocità e battenti, tali da rendere coerente l'attribuzione generale di una pericolosità H1;
- fa eccezione la porzione di territorio a ridosso del rilevato ferroviario dove l'altezza dello stesso, seppur ridotta (1.00 m circa) consente l'accumulo di acque: per tutta la porzione di territorio sottostante l'isoipsa 320 m s.l.m. (70 cm inferiore alla quota del rilevato ferroviario) si attribuisce un valore di H4; per tutta la porzione di territorio sottostante l'isoipsa 320,40 m s.l.m. (30 cm inferiore alla quota del rilevato ferroviario) si attribuisce un valore di H3.

Torrente Clivio

Per quanto concerne il Torrente Clivio, il tratto oggetto di verifica è quello a monte della SP3, sino al limite del territorio Comunale

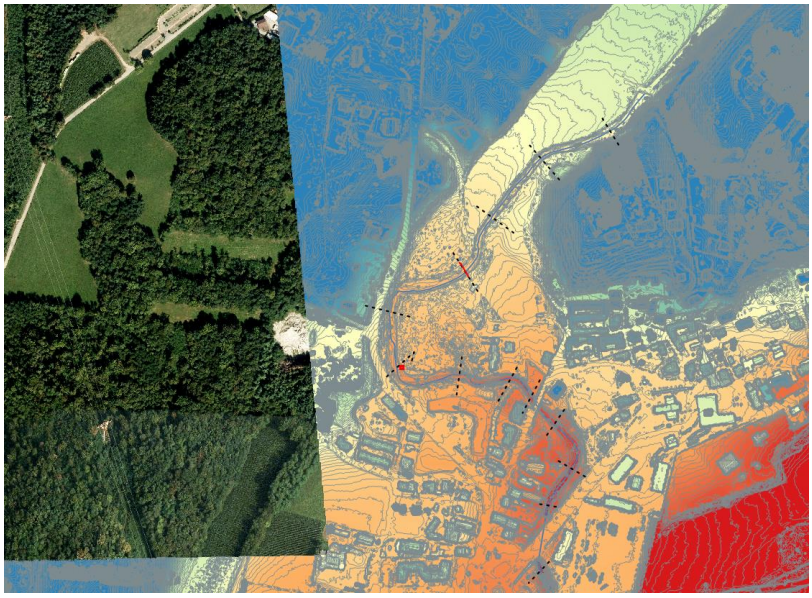
Per la valutazione della portata si è fatto riferimento alle metodologie riportate in precedenza, variando però la valutazione del parametro CNII che, stante l'estensione del bacino ha richiesto una analisi più dettagliata, svolta partendo dai dati indicati nella tabella seguente.

Risulta dunque un CNII di 73,46 e, conseguentemente un CNIII di 86,55.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

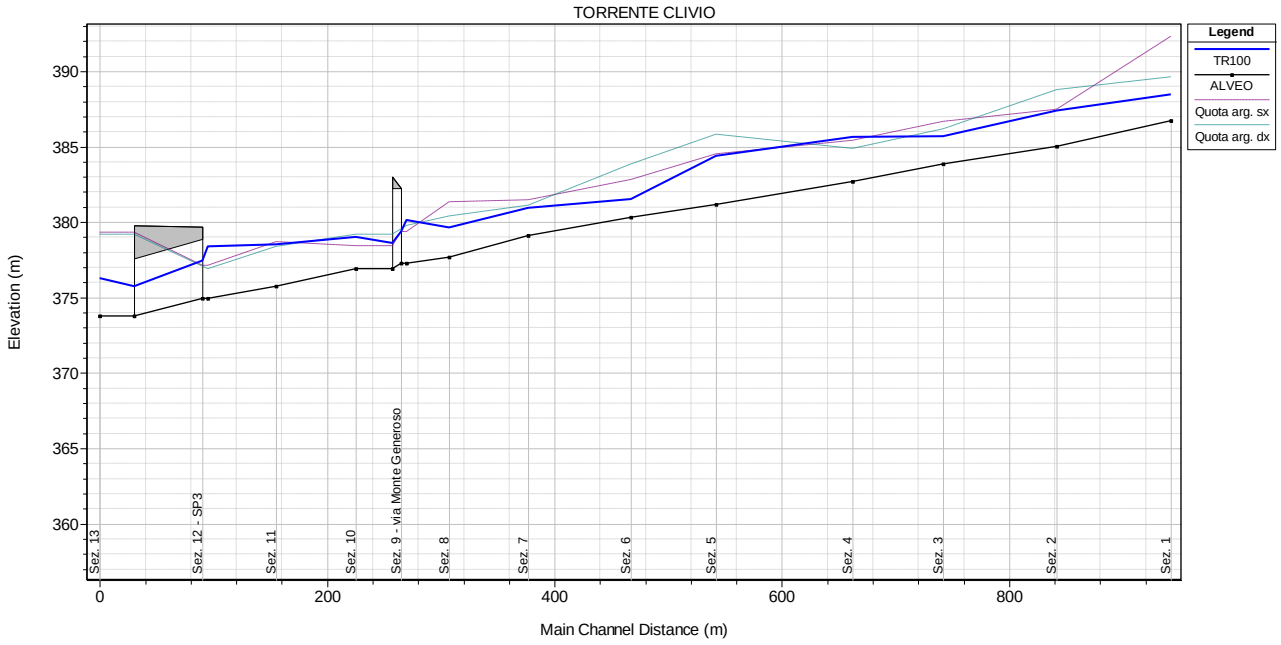
Copertura del suolo sulla base di CORINE Land Cover [%]	
Superfici artificiali	18.2
Superfici agricole	20.5
Foresta e aree seminaturali	61.3
Zone umide	-
Superfici d'acqua	-

Si sono quindi individuate 13 sezioni di riferimento, ottenute attraverso il rilievo LIDAR, su una lunghezza di circa 1000 m.



Rilievo LIDAR con traccia sezioni

In questo caso, la conformazione del corso d'acqua e, di fatto, l'assenza di insufficienze idrauliche, rende l'approccio stazionario e monodimensionale sufficiente e conservativo per la valutazione degli aspetti in oggetto.



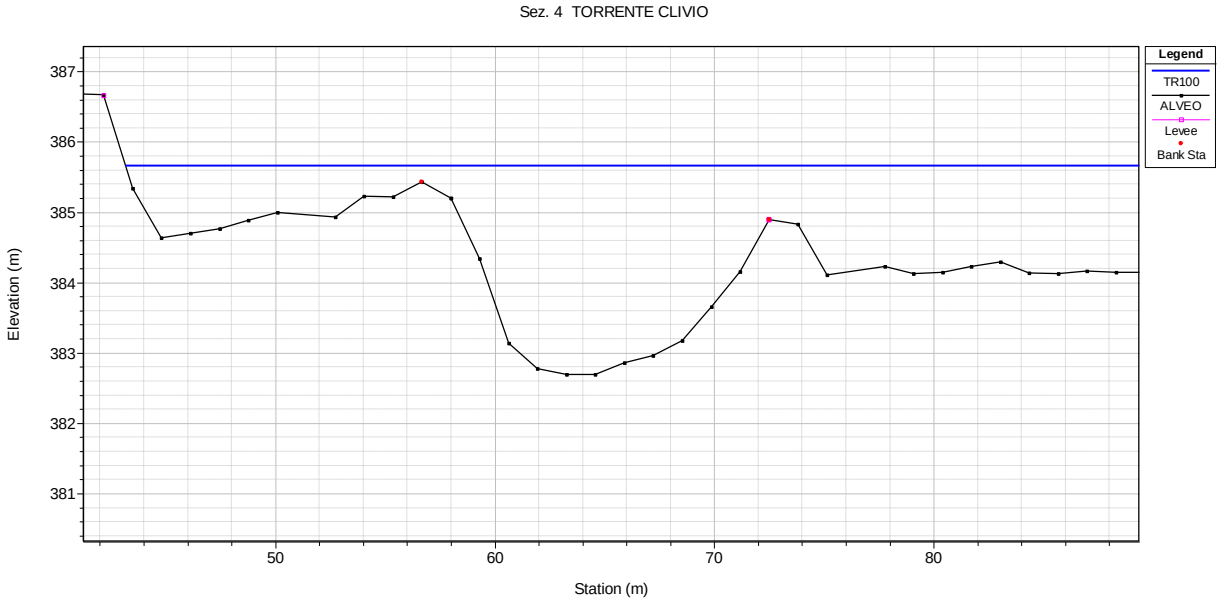
STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

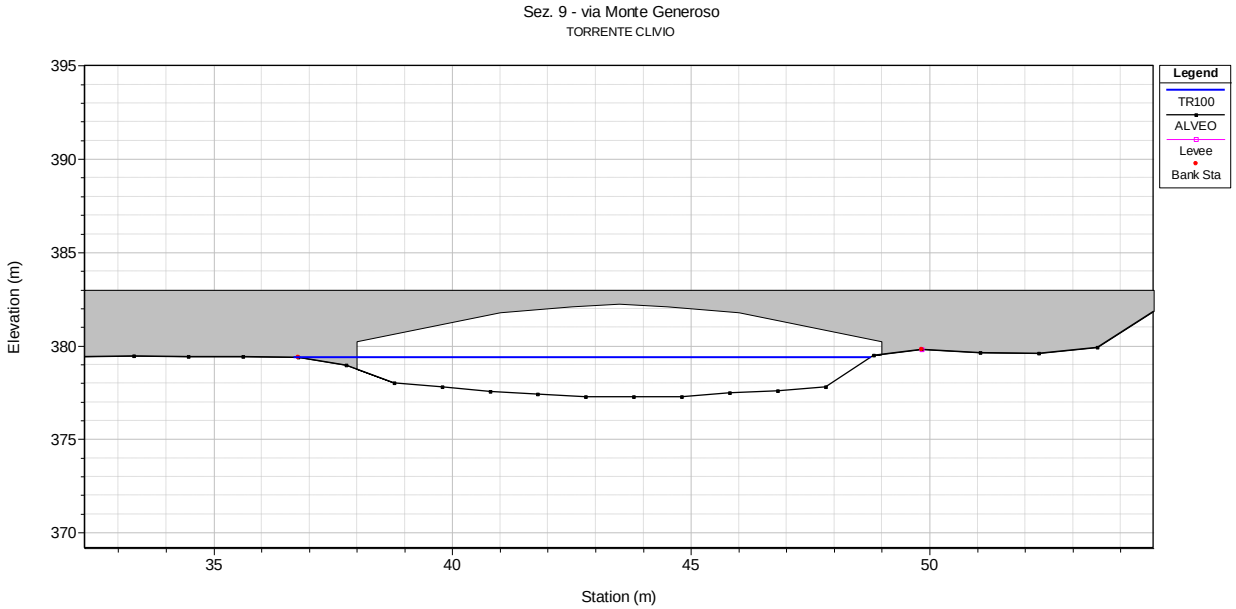
Le simulazioni idrauliche evidenziano una generale capacità del corso d'acqua al contenimento delle portate in arrivo, con alcune localizzate criticità.

La Sezione 4 presenta una insufficienza in sponda destra, verso aree esterne al comune e che, stante le quote arginali, non ha invece riflesso in sponda sinistra.

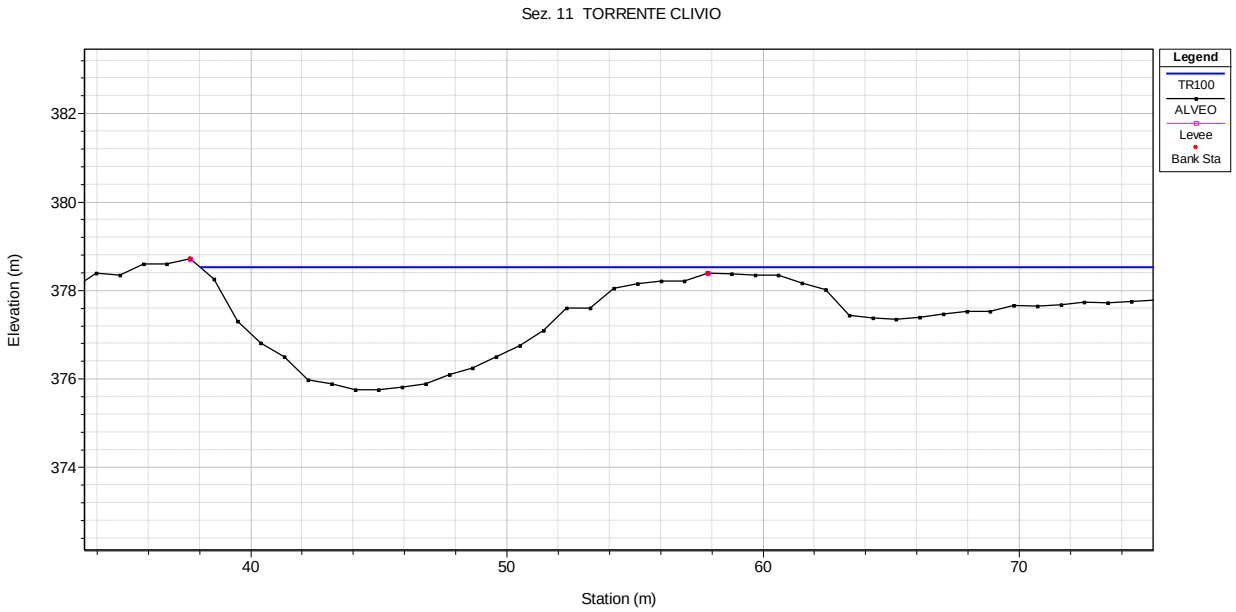
L'attraversamento di via Monte Generoso (Sez. 9) contribuisce ad un innalzamento dei livelli idrici, con riduzione dei franchi di sicurezza.

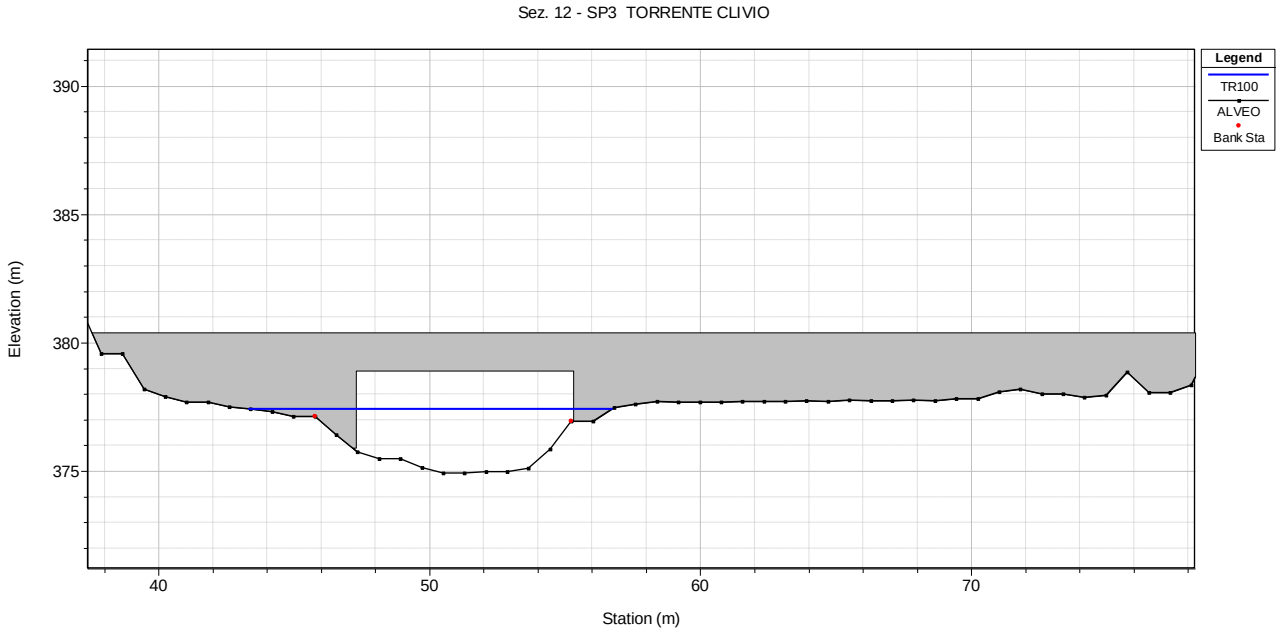
A valle di via Monte Generoso, la Sez. 11 manifesta una limitata insufficienza in sponda destra, mentre la tombinatura in attraversamento alla S.P. 3 non presenta criticità.





STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737





Tutto ciò premesso:

- stante i ridotti franchi di sicurezza nelle sezioni, pur sufficienti, a monte di via Monte Generoso, si ritiene corretto assegnare all'areale in sponda destra un grado di pericolosità H1;
- le portate esondabili in sponda destra, a valle di via Monte Generoso, risultano modeste ma confinate in un ambito ribassato, con possibilità di accumuli dell'ordine di 50 cm, tali da rendere coerente l'individuazione di un areale con pericolosità H2.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

7. SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE

Il territorio di Cantello non presenta gravi e significative problematiche idrauliche legate alla difficoltà di smaltimento dei deflussi in concomitanza di eventi meteorici. La posizione sopraelevata di buona parte dell'abitato preserva le aree maggiormente vulnerabili, coincidenti prevalentemente con alcune aree edificate, da fenomeni di esondazione fluviale e dissestivi.

Le simulazioni condotte, tuttavia, hanno evidenziato localizzate criticità che rendono necessaria una valutazione più dettagliata del grado di pericolosità idraulica, con particolare riferimento:

- ***n. 03*** *(affluente n. 04):* è stato più compiutamente individuato, con alcune differenze rispetto alla perimetrazione del PGRA, l'areale interessabile da esondazioni. Sulla scorta dei tiranti idrici e delle velocità attese sono stati attribuiti i valori di pericolosità idraulica. Poiché la perimetrazione di PGRA è legata anche ad aspetti dissestivi e di conoide, si è mantenuto comunque un livello H1 nelle aree individuate dal PGRA e non ritenute interessabili da esondazioni.
- ***n. 11****:* si sono riscontrate criticità idrauliche tali da rendere necessaria l'introduzione di un nuovo areale con livelli di pericolosità H1, H3 ed H4 non presenti nelle precedenti cartografie.
- ***n. 12*** *(affluente n. 13):* si sono riscontrate criticità idrauliche tali da rendere necessaria l'introduzione di un nuovo areale con livello di pericolosità H1 non presente nelle precedenti cartografie.
- ***n. 14, 15 e 16****:* si sono riscontrate criticità idrauliche tali da rendere necessario attribuire un livello di pericolosità H1 all'area già precedentemente individuata quale avente problematiche di ristagno.
- ***n. 21*** *(affluenti n. 22 e 23):* si sono riscontrate criticità idrauliche tali da rendere necessario attribuire un livello di pericolosità H4 a monte del rilevato ferroviario ed H1 all'area già precedentemente individuata come conoide.
- ***Rio dei Gioghi****:* è stato più compitamente individuato, con alcune differenze rispetto alla perimetrazione del PGRA, l'areale interessabile da esondazioni. Sulla scorta dei tiranti idrici e delle velocità attese sono stati attribuiti i valori di pericolosità idraulica H3 ed H4. Poiché la perimetrazione di PGRA è legata anche ad aspetti dissestivi e di conoide, si è mantenuto comunque un livello H1 nelle aree individuate dal PGRA e non ritenute interessabili da esondazioni.
- ***Torrente Clivio:*** si sono riscontrate criticità idrauliche tali da rendere necessario attribuire un livello di pericolosità H1 all'area già precedentemente individuata quale avente problematiche di ristagno e tali da rendere necessaria l'introduzione di un nuovo areale con livello di pericolosità H2 non presente nelle precedenti cartografie.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

In linea generale, dunque, in presenza di aree mappate PGRA, interessate dalla presenza di conoidi nonché già individuate come possibili aree di ristagno, ma non ritenute passibili di esondazione, è stato comunque attribuito un livello di pericolosità H1.

Si evidenzia che la parte urbanizzata, pur non essendo coinvolta direttamente da aree a pericolosità idraulica, si sviluppa su deposti glaciali caratterizzati da un drenaggio superficiale e profondo a volte difficoltoso per la moderata permeabilità dei materiali costituenti i depositi.
La difficoltà di drenaggio è inoltre significativa nei settori di affioramento del substrato roccioso, sostanzialmente impermeabile (Gonfolite), presente con quote medie sommitale stimate in 240 m s.l.m. in innalzamento verso Est, dove affiora diffusamente lungo l'incisione valliva del sistema Rio dei Gioghi – Torrente o Rio Ranza. Questa conformazione territoriale pone complessivamente un modesto grado di limitazione all'infiltrazione naturale verso gli strati più profondi del terreno.
Gli aspetti di difficoltà di drenaggio assumono particolare rilevanza nell'ottica di predisposizione dei presidi di invarianza idraulica, cui andranno associate specifiche indagini finalizzate alla valutazione delle effettive caratteristiche dei terreni nelle aree prossime a quelle di intervento.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

8. AZIONI PROGETTUALI

A) Interventi strutturali

Ambiti urbani esistenti

In riferimento agli interventi strutturali finalizzati al rispetto dei principi di invarianza idraulica, così come richiesti dalla normativa in oggetto, essi sono sostanzialmente riconducibili a:

I. ridurre i deflussi superficiali favorendo sistemi di infiltrazione naturale;
II. ritardare la trasposizione dell'onda di piena verso il recettore finale mediante sistemi di accumulo a rilascio controllato ed aree di laminazione.

Gli aspetti inerenti il Punto I, risultano più facilmente attuabili per piccoli interventi distribuiti sul territorio comunale, ovvero realizzabili dai singoli proprietari all'interno delle aree private, nell'ambito degli interventi assoggettati al R.R. 7/2017 e ss. mm. ed ii. Pertanto, per quanto non già previsto come obbligatorio dalla normativa vigente in caso di nuove realizzazioni o di modifiche all'edificato esistente, si rimanda ai sistemi di incentivazione di cui agli interventi non strutturali descritti nel prosieguo della relazione.

Il Punto II, invece, si presta maggiormente ad interventi attuabili dall'Amministrazione Pubblica.

Sia in linea generale che in riferimento alle criticità riscontrate, perché gli interventi strutturali previsti possano avere efficacia, è necessario procedere innanzitutto con la separazione delle acque di deflusso naturale (corsi d'acqua) dalle reti separate di acque bianche e di acque nere.

Tale separazione porta non solo benefici alle dinamiche di gestione delle acque di deflusso meteorico, ma anche ad una maggiore efficienza dei sistemi di depurazione delle acque reflue.

Tutto ciò premesso, sulla scorta delle simulazioni svolte, si ritiene utile inserire tra le misure strutturali alcune previsioni di intervento atte a ridurre le possibilità di esondazione nelle aree maggiormente esposte.

REALIZZAZIONE DI COLLETTORI DI ACQUE BIANCHE

Come accennato, perché si possano efficacemente laminare le acque di deflusso superficiale, è necessario che le stesse siano separate dalle acque reflue.

A tal proposito viene indicata come prioritaria la realizzazione di alcuni tronchi di fognatura bianca, da posizionare nei punti del territorio comunale ritenuti più strategici, che potranno essere utilizzati anche per eventuali allacci di opere private da porre in essere in conformità alla normativa di invarianza idraulica.

Fatto salvo che l'orientamento generale in tema urbanistico è quello di dotare tutto il territorio di fognature separate, allo stato attuale, per il comune di Cantello si ritiene prioritario operare innanzitutto per ridurre gli apporti idrici all'interno dei nuclei edificati a maggiore densità.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

A tal proposito si propone lo sdoppiamento dei seguenti tratti di fognatura:

Area Via S. Pietro, via Giordano, via De Maestri, via Roma, via Baj, via Milano

Si propone un sistema di collettamento della parte centrale dell'abitato di Cantello con creazione di tre tratti di condutture di acque bianche rispettivamente di 550 m, 420 m e 560 m.

Lungo tali condutture potranno essere predisposte aree di laminazione/dispersione come evidenziato nell'allegata Tavola 7.

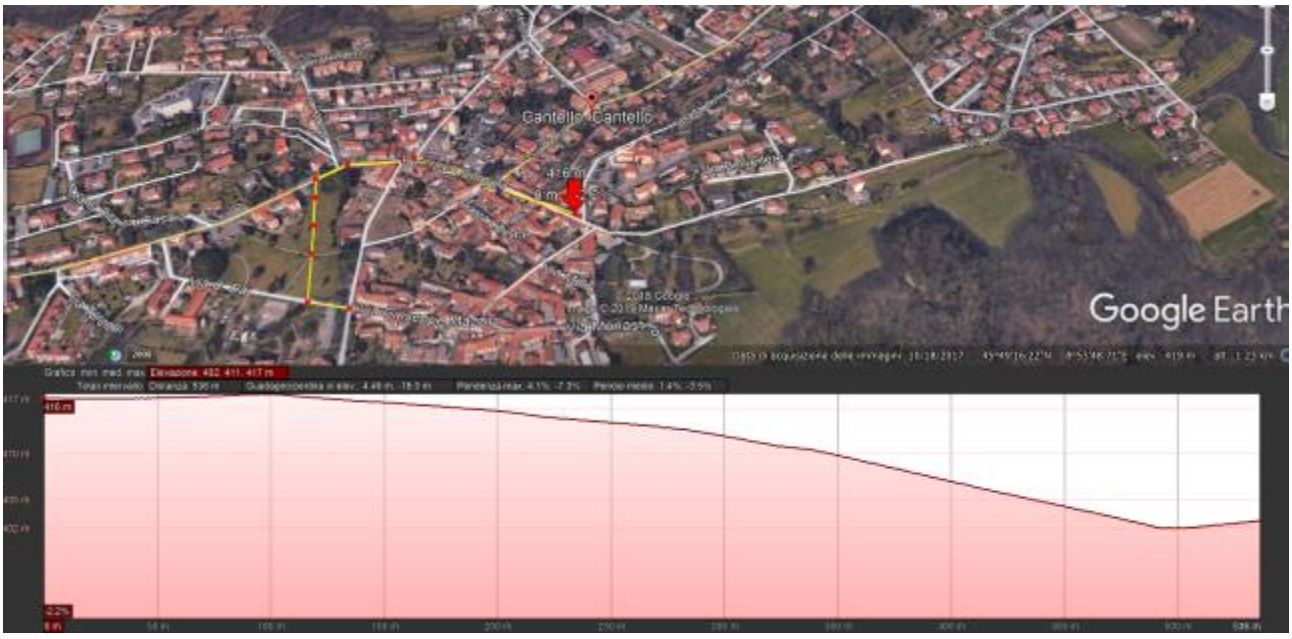
Il recapito finale avverrà nella nuova fognatura appena realizzata dal Comune su via San Lorenzo, con scarico finale in corpo idrico superficiale.

Il tratto di via San Lorenzo dovrà in tal caso essere a sua volta oggetto di separazione dei recapiti con predisposizione di fognatura di acque nere.

Tale operazione potrà rendersi operabile a seguito della completa separazione delle acque miste del tratto a monte del collettore.

L'area urbana asservita è di circa 8,5 ha equivalenti impermeabili che, per uno scarico limite fissato in 40 l/s per ettaro di superficie impermeabile, determinano una portata massima allo scarico di circa 0,35 m^3/s. I deflussi superficiali massimi attesi per l'area, in assenza di presidi di drenaggio o di laminazione intermedi, vengono stimati (T.R. 50 anni) in 0,15 m^3/ha con una portata massima generata di circa 1,27 m^3/s.

Immagine 2: tratto di via S.Pietro, via Giordano, via De Maestri (550 m)



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Immagine 3: tratto di via Roma (420 m)



Immagine 4: tratto di via Milano, via Baj (560 m)



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Area Via Aurora e via Volta

Si propone un sistema di collettamento di una porzione nord-orientale dell'abitato di Cantello con creazione di due tratti di condutture di acque bianche rispettivamente di 300 m e 350 m.

Lungo tali condutture potranno essere predisposte aree di laminazione/dispersione come evidenziato nell'allegata Tavola 5.

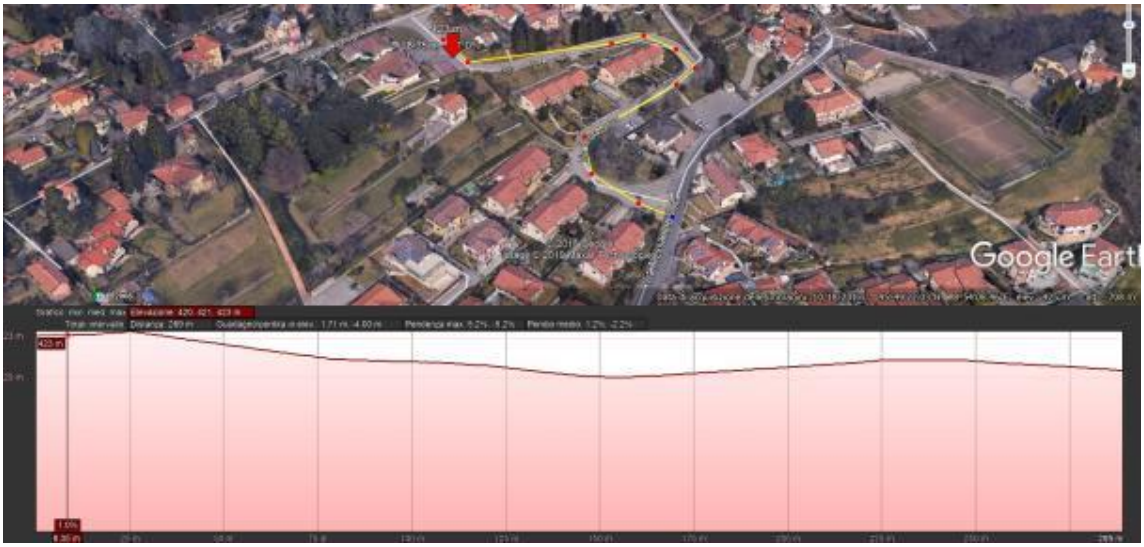
Il recapito finale avverrà con scarico terminale in corpo idrico superficiale. L'area urbana asservita è di circa 5 ha equivalenti impermeabili che, per uno scarico limite fissato in 40 l/s per ettaro di superficie impermeabile, determinano una portata massima allo scarico di circa 0,20 m^3/s.

I deflussi superficiali massimi attesi per l'area, in assenza di presidi di drenaggio o di laminazione intermedi, vengono stimati (T.R. 50 anni) in 0,15 m^3/ha con una portata massima generata di circa 0,75 m^3/s.

Immagine 5: collettore via Volta



Immagine 6: collettore di via Aurora



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Area Via Gasparotto

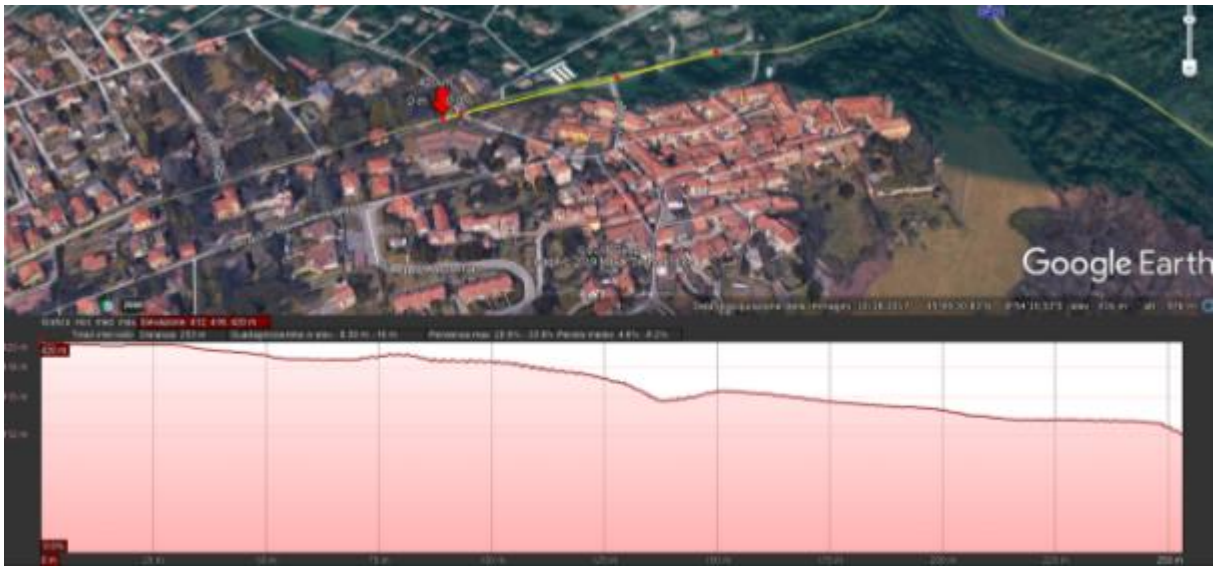
Si propone la predisposizione di un breve tratto di rete di raccolta di acque bianche, di circa 250 m, a servizio dell'abitato di Ligurno.

Lungo la conduttura potranno essere predisposte aree di laminazione/dispersione come evidenziato nell'allegata Tavola 5.

Il recapito finale avverrà con scarico terminale in corpo idrico superficiale.

L'area urbana asservita è di circa 2 ha equivalenti impermeabili che, per uno scarico limite fissato in 40 l/s per ettaro di superficie impermeabile, determinano una portata massima allo scarico di circa 0,08 m^3/s. I deflussi superficiali massimi attesi per l'area, in assenza di presidi di drenaggio o di laminazione intermedi, vengono stimati (T.R. 50 anni) in 0,15 m^3/ha con una portata massima generata di circa 0,3 m^3/s.

Immagine 7: collettore via Gasparotto



Area Via Premoli, via Cavallotti e via Milano

Si propone la realizzazione di due brevi tratti di fognatura di acque bianche di 460 m e 270 m con recapito finale all'interno della fognatura mista di valle.

Lungo la conduttura potranno essere predisposti sistemi di dispersione di cui alla Tavola 5 che complessivamente alleggeriranno gli apporti alla rete di acque miste.

In base alle caratteristiche locali del substrato, le opere di dispersione andranno dimensionate per poter disperdere una superficie equivalente impermeabile di circa 0,8 ha equivalenti (superfici stradali) con scarico finale massimo ammissibile di 20 l/s per ettaro di superficie scolante.

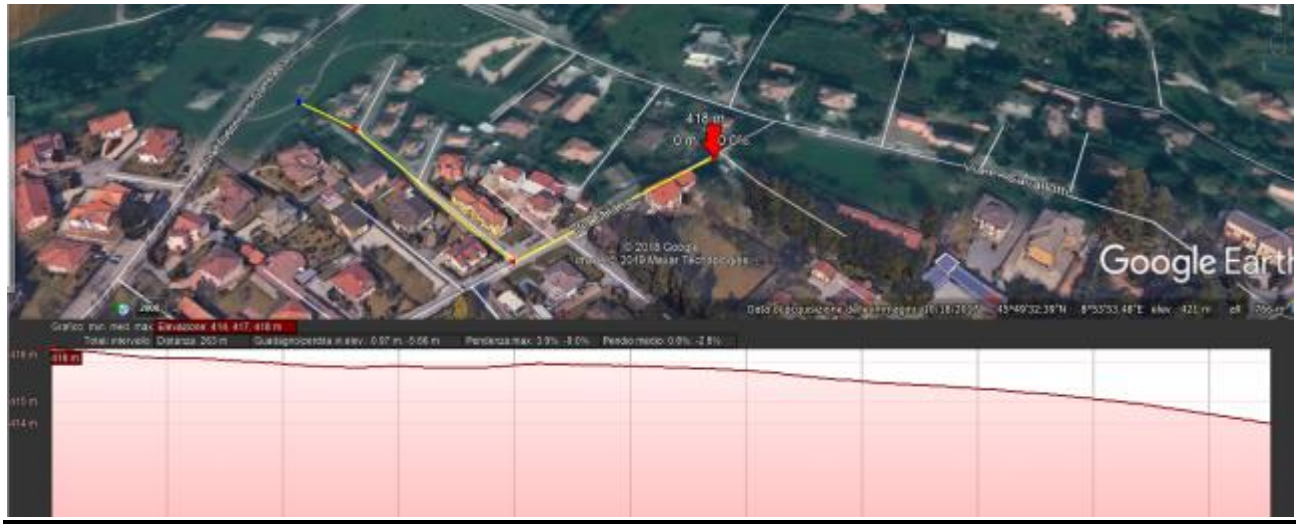
I deflussi superficiali massimi attesi per l'area, in assenza di presidi di drenaggio o di laminazione intermedi, vengono stimati (T.R. 50 anni) in 0,15 m^3/ha con una portata massima generata di circa 0,12 m^3/s.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Immagine 8: collettore di via Premoli e via Cavallotti (460 m)



Immagine 9: collettore di via Milano (270 m)



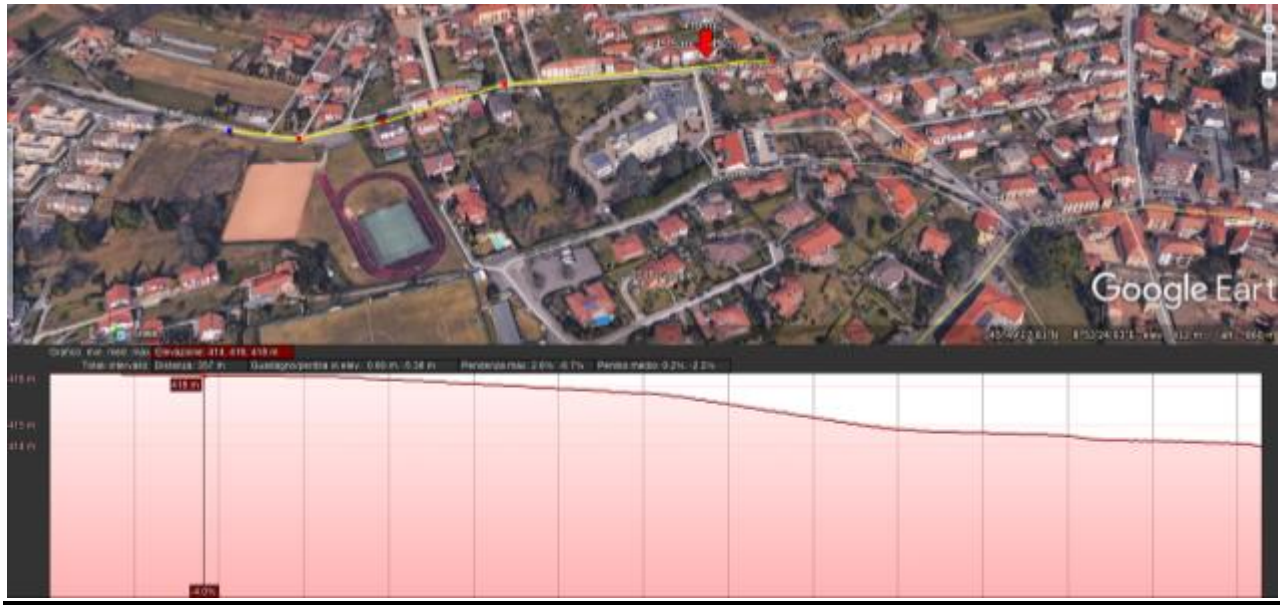
STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Area Via Pianezzo

Si propone la realizzazione di un breve tratto di fognatura di acque bianche di 360 m con recapito finale all'interno della fognatura mista di valle. Lungo la conduttura potranno essere predisposti sistemi di dispersione di cui alla Tavola 5, che complessivamente alleggeriranno gli apporti alla rete di acque miste.

In base alle caratteristiche locali del substrato, le opere di dispersione andranno dimensionate per poter disperdere una superficie equivalente impermeabile di circa 0,6 ha equivalenti (superfici stradali) con scarico finale massimo ammissibile di 20 l/s per ettaro di superficie scolante. I deflussi superficiali massimi attesi per l'area, in assenza di presidi di drenaggio o di laminazione intermedi, vengono stimati (T.R. 50 anni) in 0,15 m^3/ha con una portata massima generata di circa 0,09 m^3/s.

Immagine 10: collettore di via Pianezzo



DIMENSIONAMENTO PRESIDI DI INVASO

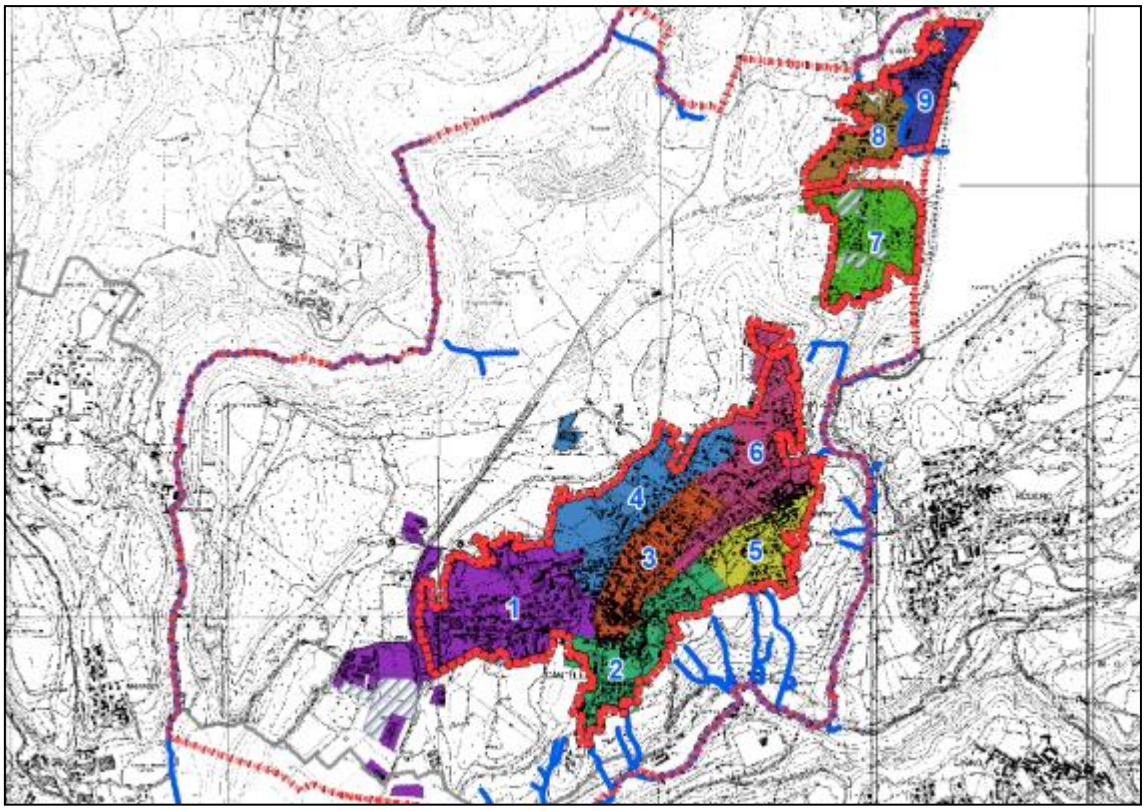
Per quanto concerne la determinazione dei volumi da riservare per l'attuazione dei presidi di invarianza idraulica, si è proceduto secondo le indicazioni di cui all'art. 8 comma 5 del R.R. 7/2017 *"Al fine di contribuire alla riduzione quantitativa dei deflussi …., le portate degli scarichi nel ricettore, provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento, relativamente alle superfici scolanti, ricadenti nelle aree A e B di cui all'articolo 7, già edificate o urbanizzate e già dotate di reti fognarie, sono limitate mediante l'adozione di interventi atti a contenerne l'entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, fuorché per gli scarichi direttamente recapitanti nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio, che non sono soggetti a limitazioni della portata.".*

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Pertanto, si sono determinate le superfici scolanti impermeabili di riferimento ed è stata assunta la massima portata scaricabile in alveo, posta pari a 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

A tal fine si è proceduto innanzitutto con la suddivisione del territorio edificato in 9 zone omogenee suddivise sulla base della struttura del sistema fognario descritto in precedenza (Immagine 11).

Immagine 11: schema esemplificativo di suddivisione delle aree omogenee di analisi di cui alle successive tabelle



Per il metodo di calcolo descritto si è ipotizzato di limitare le superfici oggetto di calcolo alle pavimentazioni stradali ed alle aree già edificate, in quanto:

- nelle aree non edificate esterne ai centri urbani ed alle zone di trasformazione, non vi sono elementi da ricondurre entro i principi di invarianza. Quandanche si procedesse con una modifica della pianificazione e del territorio, con possibilità di impermeabilizzazione dei suoli, i volumi generati a seguito delle nuove impermeabilizzazioni saranno gestiti come da R.R. 7/2017 da parte dei proponenti l'intervento;
- all'interno delle aree di trasformazione, i singoli interventi da mettere in atto dovranno già adeguarsi al rispetto del R.R. 7/2017 e, quindi, i volumi generati a seguito delle nuove impermeabilizzazioni, previo loro accumulo da realizzarsi da parte dei proponenti l'intervento, verranno smaltiti nel sottosuolo ovvero in ricettore superficiale entro i limiti di scarico previsti per l'area in oggetto. Pertanto, per quanto concerne gli interventi strutturali da realizzare da parte dell'Amministrazione Comunale, per tali aree, in assenza di ricettore naturale, sarà sufficiente dotare l'area di fognatura separata di acque bianche;

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

- i nuclei storici di antica formazione sono costituiti da un edificato più fitto, con limitati spazi disponibili per l'attuazione dei presidi di invarianza idraulica. Altresì, in tali aree, i principali interventi soggetti al Regolamento 7/2017 sono di fatto esclusi (nuove costruzioni, ampliamenti, nuove sedi viarie) e, pertanto, non sono da attendersi significativi miglioramenti per opere messe in atto dai privati;
- oltre ai nuclei storici di antica formazione, devono essere conteggiate anche le rimanenti aree già edificate, in quanto, mentre per ampliamenti e nuove trasformazioni saranno i proponenti stessi a provvedere alla realizzazione dei volumi di invaso, per quanto concerne le nuove fognature di acque bianche comunali, esse dovranno prevedere di poter raccogliere le acque in uscita da tutti i possibili lotti edificati o da edificare.

Come premesso, l'ipotesi di calcolo principale è impostata sulla limitazione della portata allo scarico finale: in base alle aree scolanti ed alle piogge caratteristiche che verranno di seguito individuate si può determinare la portata in arrivo; fissando il limite di scarico allo sbocco, si può quindi individuare il volume di invaso necessario.

Per la determinazione delle piogge caratteristiche per il territorio in esame, si deve calcolare la LSPP (Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica) del sito, e, in tal senso, si rimanda a quanto esposto nei paragrafi precedenti.

Stante l'approccio scelto per le valutazioni in oggetto, trattandosi di opere di drenaggio urbano, si ritiene invece corretto dimensionare le opere per tempi di ritorno di 15 anni, con LSPP data da:

TR 15 anni: a = A_1 x Wt = 51,2mm;

Il calcolo dei volumi di invaso necessari viene effettuato mediante l'applicazione del metodo delle "Sole Piogge" proposto nel R.R. 7/2017, le cui formule di riferimento sono le seguenti:

$$D_W = \left(\frac{u_{\lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{\lim} \cdot D_w$$

In cui:

$w_0 = W_0/S$;

W_0 [m^3]: volume di invaso;

S [ha]: area scolante;

D_W [ore]: durata critica;

a (TR 15 anni) = A_1 x Wt = 51,2 mm;

n =0,35

u_{lim}= 40 l/s per ettaro di superficie scolante

φ = coefficiente medio di deflusso medio ponderale, specifico di ogni area.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle aree omogenee considerate ed un calcolo sommario dei volumi da invasare sulla base delle specifiche sopra esposte.

	A) Superficie ambito omogeneo (ha)	B) Superficie strade (ha)	C) Superficie edificato antica formazione (ha)	C.1) Superficie pertinenze antica formazione (ha)	D) Superficie edificato recente (ha)	D.1) Superficie pertinenze (ha) $\varphi = 0{,}7$	E) Superficie impermeabile equivalente (ha)	F) Dw (h)	G) Volume teorico minimo da invasare (m^3)
Ambito 1	50	6,86	0,1	0,1	7,1	22	20,69	1,39	7695,54
Ambito 2	21	2,3	1	1,5	2	8,1	8,18	1,20	2632,11
Ambito 3	18	2,46	1,6	1,7	1,9	8,3	8,96	1,22	2908,63
Ambito 4	27	3,3			3,3	12,7	10,41	1,40	3897,40
Ambito 5	13	1,8	1	1,7	1,2	4,4	5,83	1,16	1813,944
Ambito 6	28	2,9	1,1	1,3	2	11,5	9,84	1,25	3275,30
Ambito 7	21	2,25			2,9	10,1	8,18	1,40	3062,51
Ambito 8	12	1,75			1,4	4	4,35	1,40	1628,60
Ambito 9	11	3,5	0,5	0,6	0,8	3,2	5,94	1,32	2091,41
Totale	201	27,12	5,3	6,9	22,6	84,3	82,38		29005,44

AREE DESTINATE ALLA REALIZZAZIONE DI PRESIDI DI INVASO/DISPERSIONE

Determinati i quantitativi volumetrici necessari all'invaso/dispersione delle acque meteoriche, si deve procedere con l'individuazione delle aree da destinare a tale scopo, che si è basata sui seguenti criteri:

- verifica della disponibilità delle aree già ricomprese nell'ambito del piano dei servizi;
- verifica dell'assenza di previsioni urbanistiche edificatorie per aree private;
- possibilità di scarico diretto in corpo idrico superficiale;
- assenza di limitazioni alla dispersione nel sottosuolo qualora non sia presente la possibilità di scarico in corpo idrico superficiale.

Considerando la struttura dell'urbanizzato si sono individuate aree di laminazione sufficienti a garantire il volume di invaso precedentemente calcolato. Per quanto riguarda le aree interne ad ambiti destinati a servizi, l'identificazione effettuata nel presente studio risulta essere indicativa e dovrà essere meglio definita in una successiva eventuale fase progettuale, nella quale dovranno altresì essere approfondite le caratteristiche geotecniche dei siti di laminazione/dispersione per un più preciso dimensionamento delle opere stesse.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa ed uno schema riassuntivo.

	Volume minimo richiesto (m^3)	**Aree individuate (m^2)**
Ambito 1	7.695,54	12.300
Ambito 2	2.632,11	4.850
Ambito 3	2.908,63	3.900
Ambito 4	3.897,40	5.000

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

	Volume minimo richiesto (m^3)	**Aree individuate (m^2)**
Ambito 5	1.813,94	3.750
Ambito 6	3.275,30	9.700
Ambito 7	3.062,51	6.900
Ambito 8	1.628,60	3.200
Ambito 9	2.091,41	6.550
	29.005,44	***56.150***

In merito alle tipologie da adottare saranno da preferirsi interventi che limitino al massimo gli impatti delle opere, garantendo contestualmente anche una possibilità di utilizzo delle aree, evitando pertanto volumi di invaso interrati o strutture edilizie e favorendo la realizzazione di invasi tramite il solo movimento terra.

Di seguito si riporta un esempio tipologico di minimo impatto, compatibile soprattutto con una gestione agricola o a verde dell'area di laminazione.

In particolare, può risultare sufficiente la realizzazione di limitate barriere protettive di bordo con lo scopo di trattenere l'acqua di deflusso.

I bassi tiranti idrici che occasionalmente si vengono a generare e l'energia limitata del flusso d'acqua sono compatibili con il prosieguo di un'attività agricola, se presente, ovvero di un utilizzo a verde dell'area: come già premesso, tale ipotesi di lavoro non può prescindere dall'avvenuta separazione, a monte, delle acque bianche.

Si deve prevedere, dunque, un potenziamento della rete fognaria di acque bianche a servizio delle aree di laminazione previste.

Foto 1: esempio tipologico di area di laminazione con possibilità di utilizzo in condizioni ordinarie (fonte: Manuale di "Gestione sostenibile delle acque urbane" Regione Lombardia/ERSAF)



STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

INTERVENTI DI SITEMAZIONE IDRAULICA DEI RICETTORI

Si riportano di seguito alcuni interventi ritenuti utili alla riduzione del rischio idraulico presente sul territorio Comunale

- ***n. 03*** *(affluente n. 04):* realizzazione di rialzo arginale pari a 100 cm lungo la sponda destra, nell'area più prossima alla Strada di Velmaio.
- ***n. 11****:* consolidamento dell'alveo con rialzi arginali di altezza pari a 100 cm, dal tratto già consolidato, sino all'imbocco del sottopasso della sede ferroviaria.
- ***n. 12****:* adeguamento del collettore in attraversamento alla sede ferroviaria con uno avente diametro minimo di 100 cm.
- ***n. 14, 15 e 16****:* adeguamento del collettore in attraversamento alla sede ferroviaria con una avente diametro minimo di 120 cm.
- ***n. 21*** *(affluenti n. 22, 23 e 24):* adeguamento del collettore in attraversamento alla sede ferroviaria con uno avente diametro minimo di 100 cm.
- ***Rio dei Gioghi****:* realizzazione di rialzo arginale pari a min. 100 cm lungo entrambe le sponde, a partire dall'uscita dalla valle e sino all'attraversamento del rilevato ferroviario.
- ***Torrente Clivio:*** si ritiene che la realizzazione di rialzi arginali possa peggiorare le già critiche condizioni di drenaggio e, pertanto, non si propone alcun intervento.

B) Interventi non strutturali

Gli interventi non strutturali sono costituiti da tutte quelle misure volte a favorire l'implementazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica, nonché a limitare gli effetti negativi derivanti da eventuali esondazioni dei ricettori terminali.

Gli interventi non strutturali di seguito proposti vengono quindi divisi in:

- *misure di incentivazione urbanistica*: volte, a vario titolo, ad estendere le tipologie di intervento soggette al R.R. 7/2017 e/o ad introdurre incentivi economici;
- *misure di gestione territoriale*: volte a migliorare in linea generale la gestione delle acque di deflusso superficiale;
- *misure di prevenzione e controllo*: volte al monitoraggio degli elementi a rischio e, possibilmente, alla riduzione del rischio, quali misure di protezione civile e difese passive attivabili in tempo reale.

MISURE DI INCENTIVAZIONE URBANISTICA

Di seguito, come prescritto dall'Art. 14 comma 8 punto 3 del R.R. 7/2017, vengono indicati possibili interventi non strutturali, la cui attuazione è demandata all'iniziativa dell'Amministrazione Comunale.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

In linea generale, gli interventi non strutturali possono prevedere *"l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché le misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale".*

Le misure di incentivazione, per la cui attivazione viene lasciata libertà di scelta alle amministrazioni comunali, è ulteriormente definita dall'art. 15 commi 1, 1 bis e 2 del R.R. 7/2017:

- *I Comuni, attraverso i meccanismi di cui al comma 2, possono promuovere l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica o idrologica per interventi che non ricadono nell'ambito di applicazione del presente regolamento ai sensi dell'articolo 3. Nel caso di edificio soggetto a trasformazione urbanistica per solo una quota parte della superficie complessiva, ricadono nella fattispecie di cui al presente comma gli interventi di invarianza idraulica e idrologica realizzati sulla quota parte di edificio non soggetto a trasformazione.*
- *I comuni, attraverso i meccanismi di cui al comma 2, possono inoltre promuovere l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica o idrologica per interventi di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a) e c), ricadenti all'interno delle aree individuate nei PGT come ambiti di rigenerazione urbana e territoriale ai sensi della L.R. 12/2005.*
- *I comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, attraverso i seguenti meccanismi:*

  a) <u>incentivazione urbanistica</u>:

  1. il comune può prevedere nel documento di piano gli incentivi di cui all'articolo 11, c. 5, della l.r. 12/2005, che:

  1.1. possono essere riconosciuti come diritti edificatori utilizzabili in opportuni ambiti individuati dal PGT, qualora espressamente previsto dal documento di piano;

  1.2. possono essere utilizzati sull'edificio dal quale si crea l'incentivo volumetrico, purché l'ampliamento non alteri la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio originale; (…)

  b) <u>riduzione degli oneri di urbanizzazione o anche del contributo di costruzione</u>;

  c) <u>uso degli introiti derivanti dalla monetizzazione</u> di cui all'articolo 16, fatto salvo quanto previsto agli ultimi due periodi della lettera g) del comma 5 dell'articolo 58 bis della L.R. 12/2005: i comuni, in subordine alla realizzazione degli interventi pubblici necessari per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica inseriti nel piano dei servizi, possono prevedere l'emanazione di bandi per il cofinanziamento, in misura non superiore al 70 per cento, di interventi di invarianza idraulica e idrologica".

<u>MISURE DI GESTIONE TERRITORIALE</u>

Le misure di gestione territoriale sono da applicare agli ambiti non urbanizzati e sono da intendersi come linee di indirizzo generale, essendo, come principio, estranee, ad ambiti di competenza comunale: la loro implementazione è mirata al controllo "alla sorgente" delle acque meteoriche

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

superficiali. Tali interventi servono principalmente ad attenuare volumi e picchi di piena e a controllare i fenomeni erosivi principalmente causati dal ruscellamento superficiale.

In particolare si rilevano le seguenti metodiche di gestione del territorio:

- aumento e verifica delle aree sottoposte a gestione delle aree forestali: tale aspetto risulta particolarmente importante nella formazione dei deflussi torrentizi; ad una mancante o cattiva gestione forestale possono essere associati eventi con significativo trasporto solido sia di materiale detritico, per effetto di erosione e dilavamento del terreno, sia di materiale legnoso accumulatosi in alveo e lungo le sponde. Tale aspetto risulta essere particolarmente importante per il territorio comunale di Cantello in considerazione della forte componente a copertura boschiva;
- lavorazioni profonde dei terreni agricoli per limitare la formazione di una crosta sottosuperficiale che ostacoli le capacità di ritenzione idrica dello strato superficiale del suolo. Per quanto riguarda le lavorazioni del suolo esse saranno da eseguire preferibilmente lungo le curve di livello: così facendo la superficie del terreno risultante opporrà maggiore resistenza allo scorrimento dell'acqua;
- manutenzione e conservazione del sistema di fossi e scoline esistenti, rappresentanti un sistema d'invaso di significativa importanza locale;
- manutenzione e conservazione delle aree verdi urbane: risultano importanti a tal proposito gli interventi di arieggiamento e ricostituzione del cotico erboso delle superfici prative per favorire un buon sviluppo del suolo, con conseguenti effetti positivi sulla capacità di infiltrazione delle acque nel terreno;
- recupero di aree residuali quali bordi stradali, aree spartitraffico per creazione di piccole aree d'invaso ai margini delle strade;
- realizzazione di fasce tampone vegetate in campo e a bordo campo, associate o meno alla creazione di nuovi fossi o scoline: l'inerbimento e l'inserimento di specie arboree permette di ridurre il flusso idrico superficiale, di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e di trattenere i materiali trasportati.

MISURE DI PREVENZIONE E CONTROLLO

In riferimento alle misure di controllo, per quanto può attenersi alla competenza comunale, si indicano i seguenti interventi preventivi per la minimizzazione del rischio idraulico:

- censimento degli scarichi in fognatura e corpo idrico superficiale, verifica del rispetto dei limiti di scarico e regolarizzazione delle situazioni non a norma;
- censimento degli scarichi sul suolo, in particolare di quelli afferenti direttamente a strade pubbliche, con verifica delle possibilità di intervento;
- periodica manutenzione dei sistemi di drenaggio urbano con mantenimento della corretta funzionalità idraulica dei sistemi di collettamento;
- stralcio delle aree perimetrate a rischio idraulico (Tavola 3) da quelle messe a disposizione per

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

manifestazioni ed eventi anche temporanei, ovvero per qualsivoglia attività che preveda la presenza di persone;

- attivazione, sulla scorta delle segnalazioni di allerta metereologica, di procedure di monitoraggio territoriale sia precedente che contemporanea agli eventi piovosi, da attuare secondo le seguenti modalità:
  - ✓ alla ricezione dell'avviso di criticità regionale per allerta meteorologica con criticità moderata o elevata, procedere con sopralluoghi ispettivi all'interno delle aree perimetrate a rischio idraulico (Tavola 3), con verifica della piena efficienza dei presidi di intercettazione e smaltimento delle acque (caditoie, griglie, collettori) e dell'assenza di ostruzioni nelle sezioni più critiche dei corsi d'acqua (attraversamenti, imbocco tombinatura);
  - ✓ in fase di sopralluogo preliminare, si dovrà dare precedenza agli ambiti a rischio idraulico caratterizzati da maggiore vulnerabilità (infrastrutture di interesse pubblico, aree residenziali); in caso di presenza di strutture/depositi/attività temporanee localizzate all'interno delle aree soggette a verifica, dovranno essere date disposizioni per la loro rimozione ovvero, le rispettive Proprietà dovranno essere informate sul potenziale rischio in corso;
  - ✓ durante l'evento meteorico, per eventi segnalati con criticità elevata, procedere con attività di presidio territoriale nelle aree perimetrate a rischio idraulico (Tavola 3). In fase di controllo, si dovrà dare precedenza agli ambiti a rischio idraulico caratterizzati da maggiore vulnerabilità (infrastrutture di interesse pubblico, aree residenziali).

Le procedure sopra indicate investono unicamente gli aspetti inerenti il presente studio, ovvero quelli legati a criticità idrauliche ed a possibilità di esondazione, e sono da intendersi come integrative e non sostitutive di quelle già contenute nel piano di protezione civile comunale: in tal senso, queste ultime dovranno essere inserite e recepite dal piano stesso.

PRIME INDICAZIONI PER LA PROMOZIONE DELLE MISURE NON STRUTTURALI NELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE

Come sopra descritto, le misure non strutturali sono azioni volte a ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti al rischio idraulico e l'entità dei danni conseguenti ad un evento di piena, che vengono messe in atto senza ricorso ad opere vere e proprie.

Nella definizione di misure non strutturali possono rientrare ad esempio le procedure di protezione civile finalizzate (anche mediante efficaci sistemi di allertamento localizzato e interruzioni stradali semaforizzate) a salvaguardare la popolazione esposta al rischio e ridurre nel contempo i danni materiali ai beni. Tra le misure non strutturali possono essere contemplati inoltre i provvedimenti normativi di carattere urbanistico/edilizio, volti a contenere o ridurre il carico insediativo nelle aree a rischio o, ad esempio, ad orientare la progettazione verso tipologie edilizie a ridotta vulnerabilità idraulica.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Nell'ambito dell'attività di un ente gestore del servizio idrico integrato, sono misure non strutturali anche le attività di controllo periodico, pulizia e manutenzione dei tratti di rete e/o degli impianti suscettibili di criticità che, come conseguenza, possono determinare fenomeni di allagamento urbano.

Nell'ottica di una progressiva integrazione di queste tematiche nella pianificazione comunale di carattere urbanistico e di emergenza, possono essere tenuti in considerazione alcuni aspetti da trattare ed approfondire, se del caso, in sede di aggiornamento dei suddetti strumenti di pianificazione (P.G.T e P.E.C.).

Alla pubblica amministrazione potrebbero infatti competere alcune delle seguenti azioni:

- individuazione di aree nelle quali è richiesta la rigorosa applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica previste dal regolamento regionale, anche con meccanismi per promuovere e incentivare l'applicazione delle suddette misure all'edificato esistente e l'estensione agli interventi che non ricadono nell'ambito di applicazione;
- previsioni urbanistiche che introducano su determinate aree del territorio specifici vincoli correlati con le politiche di recepimento dell'invarianza idraulica ed idrologica previste dal regolamento regionale, quali ad esempio il mantenimento di aree libere da qualsiasi edificazione e da riservare all'eventuale futura ubicazione di presidi di laminazione delle acque (sia quelle pluviali di drenaggio urbano che quelle di esondazione da corsi d'acqua);
- previsioni di inserimento, anche in ambiti di trasformazione di iniziativa privata, di presidi di laminazione e/o regimazione delle acque pluviali con carattere di più ampia utilità pubblica, in grado cioè di ridurre anche le criticità idrauliche di aree contermini esterne all'ambito di intervento;
- adozione di tipologie edilizie nelle aree soggette a criticità e/o rischio idraulico che escludano edifici monopiano, vani interrati e seminterrati, o quantomeno che prevedano la collocazione delle soglie di ingresso e del piano terreno calpestabile a quota compatibile con i tiranti idrici previsti in caso di esondazione o allagamento urbano;
- iniziative per l'informazione dei cittadini sulle aree a rischio idraulico e adozione di efficaci misure di allertamento della popolazione residente nelle aree soggette a tale rischio e conseguente adozione di procedure di gestione dell'emergenza;
- programmazione, in accordo con il gestore del servizio idrico integrato per quanto di competenza, di interventi ciclici di controllo, pulizia e manutenzione dei tratti di rete, degli impianti e delle opere di deflusso che presentano criticità idraulica al fine di garantire il mantenimento delle caratteristiche prestazionali originarie e ridurre l'entità e gli effetti dei fenomeni;
- programmazione di interventi ciclici di controllo, pulizia e manutenzione del Reticolo Idrico Minore (di competenza comunale), al fine di garantire il mantenimento delle migliori

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

condizioni di deflusso di piena. In particolare è importante l'individuazione sulla rete di elementi idraulici critici la cui oculata gestione può migliorare le condizioni di deflusso idrico, per esempio, la definizione di regole per l'apertura o la chiusura di paratoie o deviatori durante o preventivamente ad eventi di piena.

Quanto sopra, elencato in modo non esaustivo, ha il solo fine di veicolare i principi concettuali del regolamento regionale e sensibilizzare la pubblica amministrazione sul corretto approccio della pianificazione urbanistica rispetto ai temi del rischio e dell'invarianza idrologica e idraulica.

Non è sempre necessario che tutte le misure indicate siano considerate, quanto piuttosto che alcune misure vengano approfondite ed inserite nel P.G.T. per essere cogenti e generare effetti positivi e migliorativi rispetto a questo tema.

A carico degli attuatori o proponenti di interventi, le misure possono tradursi in un elenco di prescrizioni che potranno essere successivamente elaborate, adattate alla scala locale o meglio finalizzate alle peculiarità del territorio comunale per essere inserite nel piano delle regole del P.G.T. o nel regolamento edilizio per quanto di pertinenza:

- tutti i nuovi interventi infrastrutturali ed edilizi dovranno:
    - conformarsi a quanto contenuto nella disciplina che regola l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica;
    - tendere a minimizzare l'impermeabilizzazione delle superfici e adottare, attraverso specifica ricerca, analisi e studio a cura del progettista, le soluzioni e i materiali più efficaci per la riduzione del carico idraulico generato dalla costruzione delle opere;
    - prediligere, in tutti i casi ove compatibile con i livelli di falda e con la natura litologica del terreno, sistemi di dispersione delle acque pluviali nel primo sottosuolo (eventualmente dopo trattamento primario per la rimozione di sedimento o composti oleosi) mediante pozzi disperdenti, trincee e tubazioni drenanti, ecc.
    - prevedere il modellamento planoaltimetrico delle aree a verde pertinenziale delle residenze così da agevolare il rallentamento e l'assorbimento delle acque e, quando possibile, anche il modellamento planoaltimetrico dei cortili e dei piazzali di manovra, ancorchè pavimentati, così da contribuire all'azione di laminazione e ritardo dei deflussi;
    - programmare ciclici interventi di manutenzione delle opere realizzate per garantire il mantenimento delle caratteristiche prestazionali originarie;
- in aggiunta alle misure di cui sopra e alle opere di laminazione eventualmente necessarie per conseguire i principi di invarianza idraulica ed idrologica, per gli interventi edilizi di tipo residenziale a bassa densità abitativa e con disponibilità di cortili o verde pertinenziale, dovrà essere incentivata l'installazione di serbatoi / vasche di accumulo delle acque pluviali provenienti dalle coperture degli edifici per consentirne il riuso per scopi compatibili quali

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

l'innaffiamento, il lavaggio ed altrui usi, comunque non di carattere potabile, nell'ottica di un contenimento dei consumi idrici e di un contributo alla riduzione dei deflussi;

- in relazione alle caratteristiche delle reti di smaltimento pubbliche esistenti ed in previsione di possibili interventi di ammodernamento e separazione delle stesse, tutti i nuovi interventi edilizi dovranno realizzare preferibilmente sistemi di raccolta delle acque di tipo duale, ossia con reti separate per acque bianche (pluviali non contaminate) ed acque nere (acque di scarico civile o pluviali contaminate, es. da vasche di prima pioggia);
- per ogni intervento urbanistico soggetto a convenzione pubblica, dovrà essere previsto uno specifico accordo con il gestore del servizio idrico integrato, per la puntuale definizione degli interventi di adeguamento e/o potenziamento delle infrastrutture fognarie, necessari a conseguire la completa sostenibilità degli incrementi del carico idraulico previsti.

È auspicabile, inoltre, che a carico del singolo cittadino sia promossa la consapevolezza sul grado di rischio del territorio di residenza e l'osservanza delle disposizioni di protezione civile contenute nello specifico piano, con particolare riferimento alla localizzazione delle aree di emergenza e alle misure comportamentali indicate dal piano stesso.

9. INDICAZIONI NECESSARIE PER LA CORRETTA APPLICAZIONE DI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

A fronte dell'entrata in vigore del R.R. 7/2017, le Amministrazioni Comunali e i rispettivi settori tecnici, sono chiamati a verificarne la corretta applicazione (comunque entro i limiti previsti dal regolamento stesso) ma, soprattutto, a confrontarsi con nuovi sistemi di approccio e di risoluzione delle problematiche di gestione delle acque.

Con il presente paragrafo si vuole quindi fornire un supporto in tale senso, indicando possibili alternative progettuali sia in linea generale, sia nello specifico caso del Comune di Cantello, con particolare riferimento alle sotto aree del territorio urbanizzato già individuate in precedenza, per le quali, inoltre, si individueranno le zone con difficoltà di infiltrazione delle acque pluviali nel sottosuolo (Art. 14, comma 8, lettera a.3 bis).

Opere ed interventi tipologici

Di seguito si riporta un elenco delle principali opere ed apprestamenti di possibile utilizzo in occasione di interventi edilizi e di riferimento ai fini delle precedenti misure di incentivazione.

- **Vasche volano**: si tratta di elementi componibili generalmente prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato con finitura industriale a forma di vasche. Le vasche, a seconda delle dimensioni desiderate, sono chiuse e possono essere costituite da elementi monolitici, da elementi collegati in batteria, oppure da elementi contigui sviluppati in lunghezza. Possono essere ubicate in superficie oppure essere sotterranee.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

- **Bacini di detenzione – Aree di laminazione**: sono superfici progettate per trattenere il deflusso delle acque piovane. Possono essere completamente svuotate a seguito dell'evento meteorico oppure mantenere parte del loro volume permanentemente riempito d'acqua ad esempio per funzioni ricreative e paesaggistiche. In genere sono realizzati in depressioni naturali e/o artificiali del terreno a fondo impermeabilizzato.
- **Supertubi**: ricomprendono collettori di diametro molto superiore a quelli ubicati subito a monte e a valle di essi (condotte sovradimensionate). La portata in ingresso coincide sempre con quella in arrivo dalla rete di monte, mentre la portata in uscita è regolata generalmente da una bocca d'efflusso in grado di limitare la portata in uscita al valore massimo ammissibile a valle. Tali sistemi possono più facilmente essere previsti nelle nuove condotte fognarie di acque bianche previste nel presente lavoro. Più difficoltoso appare l'inserimento sull'esistente, salvo interventi di manutenzione straordinaria su tratte di sufficiente sviluppo lineare.
- **Pozzi drenanti**: sono strutture sotterranee localizzate e vengono utilizzati per la dispersione nel terreno delle acque meteoriche. Sono costituiti in generale da anelli forati sovrapponibili mediante una sagomatura a bicchiere e sigillati tra loro. Sulla sommità viene posizionata la soletta completa di chiusini o tappi per ispezione. Questi manufatti vengono posati in fosse rivestite in TNT riempite con ciottoli di opportuno diametro e pezzatura (percentuale vuoti non inferiore al 25%) per evitare l'intasamento attraverso i fori. Si ritiene che in considerazione dell'assetto territoriale tali sistemi di drenaggio possano essere efficacemente utilizzati sia nei nuovi interventi edilizi di piccola estensione sia in interventi di sistemazione di aree urbanizzate.
- **Trincee drenanti o di infiltrazione**: si tratta di avvallamenti naturali od artificiali riempiti con materiale di opportuna pezzatura (salvo che il terreno naturale possieda già delle buone caratteristiche di permeabilità) nei quali le acque da smaltire sono temporaneamente invasate in modo che si infiltrino gradualmente nel terreno. Generalmente possiedono minore estensione, ma maggiore profondità rispetto alle fasce d'infiltrazione. Si ritiene che in considerazione dell'assetto territoriale tali sistemi di drenaggio possano essere efficacemente utilizzati sia nei nuovi interventi edilizi di medio/grandi dimensioni sia in interventi di sistemazione di aree urbanizzate.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Immagine 12: esempi tipologici di trincee di drenaggio (fonte: Manuale di "Gestione sostenibile delle acque urbane" Regione Lombardia/ERSAF)







- **Bacini e vasche d'infiltrazione**: sono superfici naturalmente oppure artificialmente depresse, a fondo permeabile, studiate per trattenere l'acqua piovana in eccesso e farla infiltrare successivamente nel terreno. Tali sistemi risultano idonei alla laminazione anche di rilevanti apporti idrici e possono rappresentare il sistema di riferimento per gli interventi strutturali previsti nel presente lavoro. Un'attenta progettazione ne garantisce anche un buon inserimento paesaggistico e fruitivo.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Immagine 13: esempi di vasche di infiltrazione (fonte: Manuale di "Gestione sostenibile delle acque urbane" Regione Lombardia/ERSAF)





- **Sistemi modulari geocellulari**: sono dispositivi che possono essere assemblati come pacchi modulari aventi elevata capacità di detenzione. Essi possono essere utilizzati per creare sotto il terreno strutture in grado di contenere elevate quantità d'acqua e permettere conseguentemente l'infiltrazione nel terreno.

Buone pratiche costruttive

L'adozione delle buone pratiche costruttive ai fini dell'invarianza idraulica mira principalmente al controllo "alla sorgente" delle acque meteoriche superficiali, che si originano da una superficie drenante a seguito di una sollecitazione meteorica. Tali interventi sono in genere realizzati a monte della rete di drenaggio e servono principalmente ad attenuare volumi e picchi di piena.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Le buone pratiche costruttive si manifestano, pertanto, attraverso una minore impermeabilizzazione del suolo e agevolano l'evapotraspirazione nonché l'infiltrazione delle acque meteoriche superficiali nel suolo.

L'efficienza ed efficacia delle buone pratiche costruttive va mantenuta e monitorata nel tempo attraverso la manutenzione delle opere.

Di seguito si elencano alcune delle buone pratiche costruttive maggiormente utilizzate nel campo delle costruzioni:

- **cisterne domestiche**: sono sistemi di raccolta e recupero dell'acqua piovana in genere collegati alle grondaie dei tetti. In genere sono di piccole dimensioni, possono essere interrate e conservano l'acqua piovana per utilizzi non potabili (ad es. irrigazione privata);
- **cisterne di raccolta**: si tratta di sistemi di raccolta e recupero dell'acqua piovana applicati a superfici impermeabili aventi maggiori estensioni rispetto a quelle associate alle cisterne domestiche. Possono essere interrate ed i volumi idrici raccolti vanno riutilizzati a scopi non potabili. Possono contribuire in maniera significativa alla mitigazione delle piene;
- **pavimentazioni porose**: si realizzano usando elementi che permettono l'immediata infiltrazione di acqua di pioggia nella struttura sottostante la superficie, quali ad esempio gli asfalti drenanti;
- **pavimentazioni permeabili**: sono costituite da materiali che creano un ingresso sulla superficie attraverso il quale l'acqua piovana penetra nella struttura sottostante, quali ad esempio le pavimentazioni in autobloccanti;
- **cunette filtranti (vegetate) e fasce di infiltrazione**: sono strisce di terra generalmente vegetate e lievemente inclinate che ricevono i volumi idrici in eccesso provenienti dalle vicine aree impermeabilizzate;
- **pozzetti di infiltrazione**: sono costituiti da pozzetti o caditoie posati su di un polmone sotterraneo di materiale filtrante (generalmente ghiaia grossolana) nel quale viene convogliata direttamente l'acqua da smaltire (ad es. proveniente dai canali dei tetti).

Indirizzi operativi

In riferimento alla valutazione dei progetti di invarianza idraulica che verranno presentati in ottemperanza alla legislazione vigente, per una prima valutazione dei documenti, sulla base delle conoscenze emerse dal presente studio, si richiama la suddivisione del territorio in ambiti omogenei.

Per ciascun ambito vengono definite delle linee di indirizzo d'intervento sulla base della geolitologia e della rete idrografica locale. In linea generale, tutti i presidi preposti al rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica devono:

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

- essere accompagnati da progetto di invarianza idraulica ed idrologica asseverato;
- essere dotati di piano di manutenzione e le loro prestazioni devono essere monitorate nel tempo;
- essere muniti di eventuali dispositivi di troppo pieno di sicurezza con recapito in rete di smaltimento superficiale con quota d'innesco superiore a quella della tubazione entrante;
- limitare la portata eventualmente scaricata in ricettore naturale o artificiale entro 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile;
- svuotarsi entro 48 ore onde ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

I dispositivi idraulici che prevedono lo smaltimento delle acque nel sottosuolo possono essere utilizzati laddove vengono contemporaneamente verificate le seguenti condizioni:

- la soggiacenza minima della falda acquifera rispetto al piano campagna e la distanza della stessa dal fondo dell'opera disperdente deve essere pari ad almeno 2,0 m;
- non devono sussistere pericoli di instabilità dei suoli e sottosuoli ovvero deve essere preservato il grado di sicurezza di eventuali opere di fondazione presenti (vanno, ad esempio, posizionati ad opportuna distanza e/o profondità da elementi fondazionali, scarpate a rischio di dissesto, etc.) ed infrastrutturali (sottoservizi in genere);
- le dispersioni nel terreno delle acque meteoriche superficiali non devono interferire con falde acquifere presenti;
- i terreni devono possedere un adeguato grado di permeabilità idraulica, ovvero $K_{min} = 10^{-5}$ m/s.

A valle dei sistemi di invaso che non prevedono la dispersione nel sottosuolo, andranno sempre associati manufatti di regolazione e di verifica delle portate scaricate, onde soddisfare i vincoli di scarico della portata stessa.

Gli scarichi in ricettore idrico devono essere opportunamente predisposti per impedire possibili rigurgiti nelle strutture preposte all'invarianza idraulica nel caso di eventuali stati di piena o di sovraccarico del ricettore stesso.

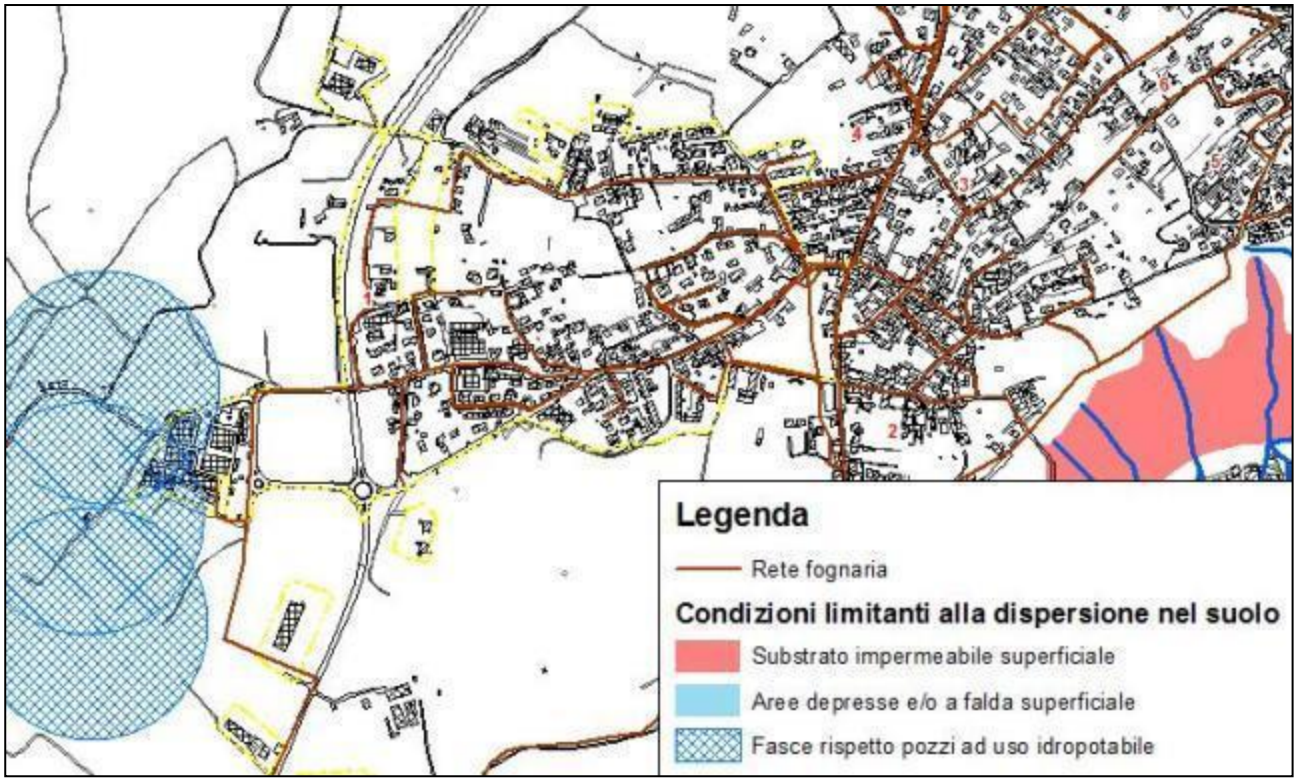
I dispositivi con recapito finale in corso d’acqua devono essere tali da prevenire o minimizzare la possibile insorgenza di fenomeni erosivi superficiali e sotterranei, ovvero altri fenomeni che potrebbero innescare episodi di instabilità dei versanti e/o di compromissione della stabilità di eventuali fondazioni di manufatti esistenti.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

10. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CON DIFFICOLTÀ DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SOTTOSUOLO (ART. 14, COMMA 8, LETTERA A.3 BIS)

Le valutazioni seguenti, richieste dall'Art. 14, comma 8, lettera a.3 bis del Regolamento, vengono riportate per singola zona omogenea di intervento (vedi Tavola 2 e immagine 11).

Area Omogenea 1



L'area è generalmente caratterizzata dalla presenza di fognature non separate che, in caso di sovraccarico, potrebbero presentare criticità: risulta pertanto preferibile procedere con la realizzazione di presidi di drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo. Tale possibilità, ad esclusione del settore più occidentale, è favorita dall'assenza di particolari limitazioni al drenaggio.

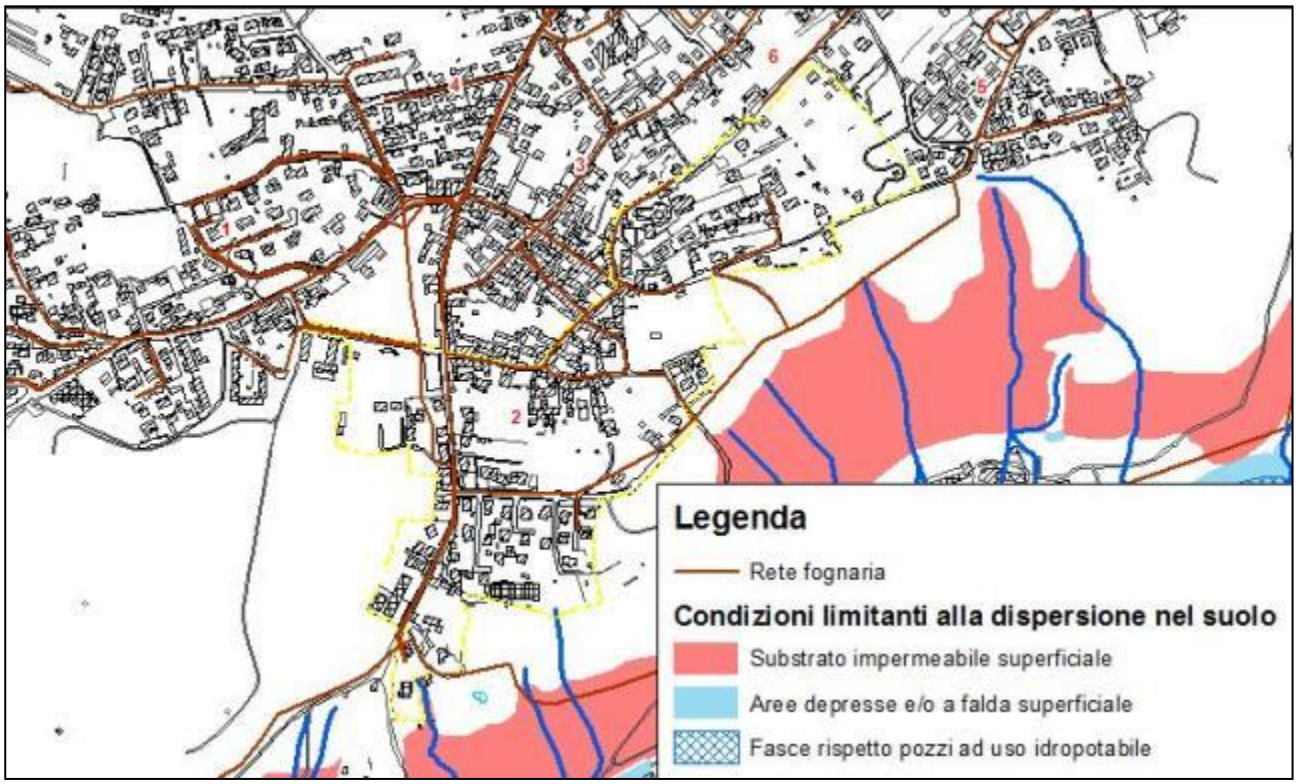
Poiché le caratteristiche geologiche derivano da studi a scala di bacino, le stesse dovranno essere confermate, con opportune indagini locali, volte alla verifica della presenza di substrati impermeabili o con risalita di acque di falda.

Si richiama inoltre il divieto di realizzazione di pozzi perdenti internamente alle aree di tutela delle captazioni.

Una maggiore possibilità di scarico in fognatura potrà essere concessa a fronte della realizzazione di collettori separati, entro i limiti posti alla base dei calcoli progettuali di dimensionamento dei collettori stessi.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Area Omogenea 2



L'area è generalmente caratterizzata dalla presenza di fognature non separate che, in caso di sovraccarico, potrebbero presentare criticità: risulta pertanto preferibile procedere con la realizzazione di presidi di drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Tale possibilità, ad esclusione del settore più occidentale, è favorita dall'assenza di particolari limitazioni al drenaggio.

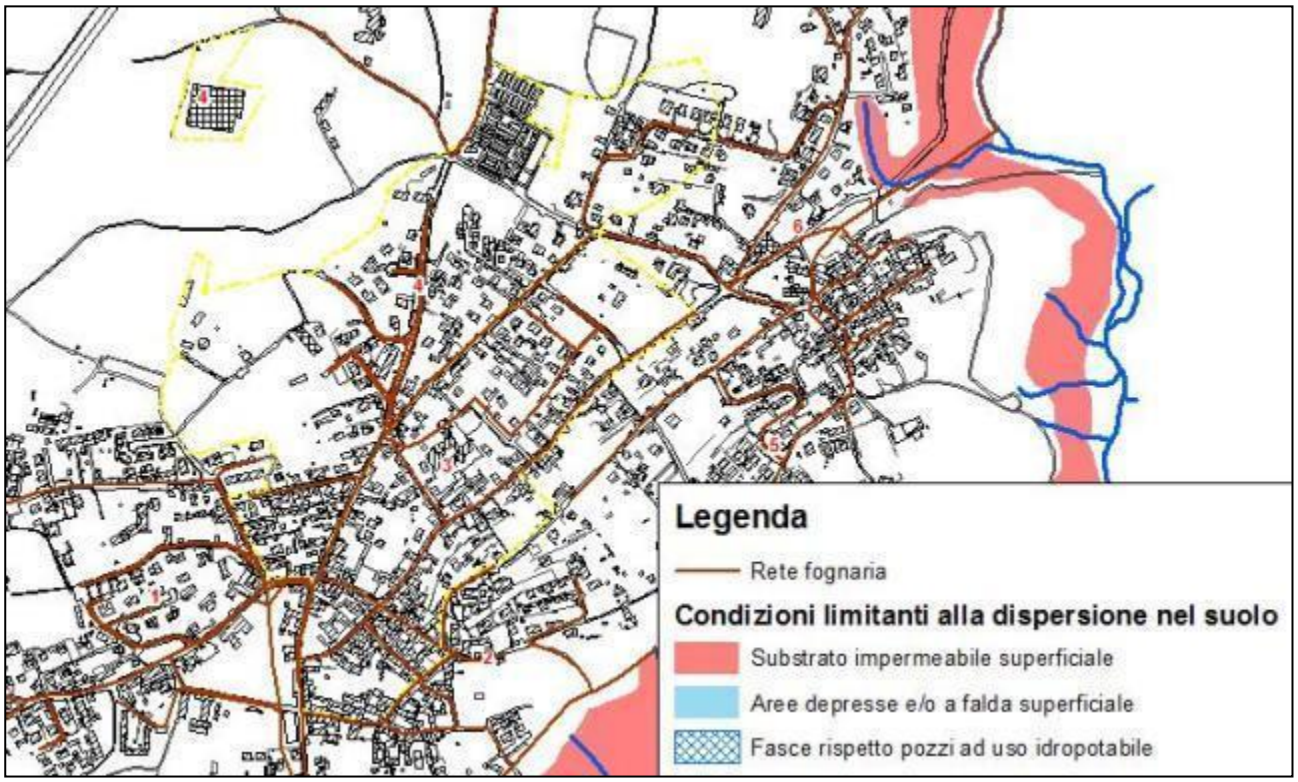
Poiché le caratteristiche geologiche derivano da studi a scala di bacino, le stesse dovranno essere confermate, con opportune indagini locali, volte alla verifica della presenza di substrati impermeabili o a risalita di acque di falda.

Nel settore sud orientale, a fronte della presenza di un nuovo collettore di acque bianche, sono ammissibili interventi con scarico in corpo idrico superficiale, comunque entro i limiti stabiliti dalla normativa e previa verifica delle condizioni dissestive nell'intorno dei punti di scarico.

Una maggiore possibilità di scarico in fognatura potrà essere concessa a fronte della realizzazione di collettori separati, entro i limiti posti alla base dei calcoli progettuali di dimensionamento dei collettori stessi.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Aree Omogenee 3 e 4



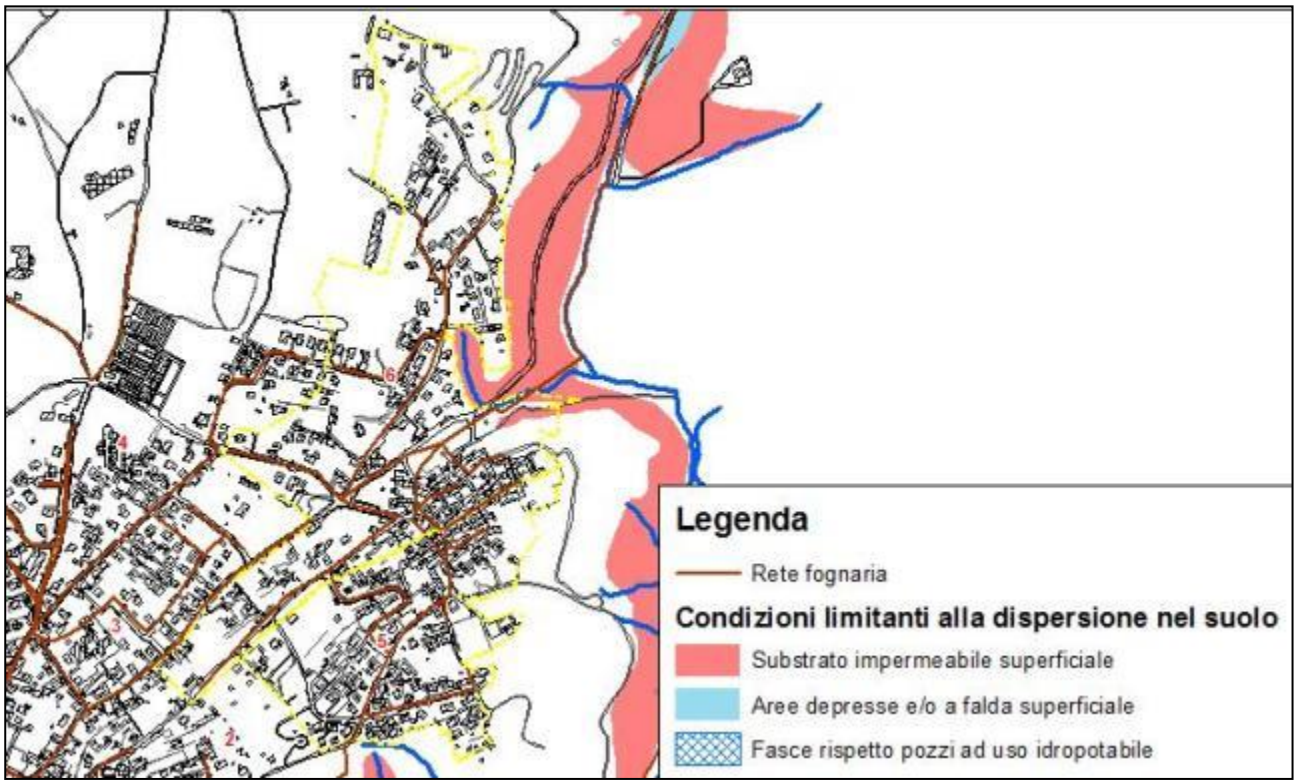
Le aree sono generalmente caratterizzate dalla presenza di fognature non separate che, in caso di sovraccarico, potrebbero presentare criticità: risulta pertanto preferibile procedere con la realizzazione di presidi di drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo. Tale possibilità è favorita dall'assenza di particolari limitazioni al drenaggio.

Poiché le caratteristiche geologiche derivano da studi a scala di bacino, le stesse dovranno essere confermate, con opportune indagini locali, volte alla verifica della presenza di substrati impermeabili o a risalita di acque di falda.

Una maggiore possibilità di scarico in fognatura potrà essere concessa a fronte della realizzazione di collettori separati, entro i limiti posti alla base dei calcoli progettuali di dimensionamento dei collettori stessi.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Aree Omogenee 5 e 6



Le aree sono generalmente caratterizzate dalla presenza di fognature non separate che, in caso di sovraccarico, potrebbero presentare criticità: risulta pertanto preferibile procedere con la realizzazione di presidi di drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo. Tale possibilità è favorita dall'assenza di particolari limitazioni al drenaggio.

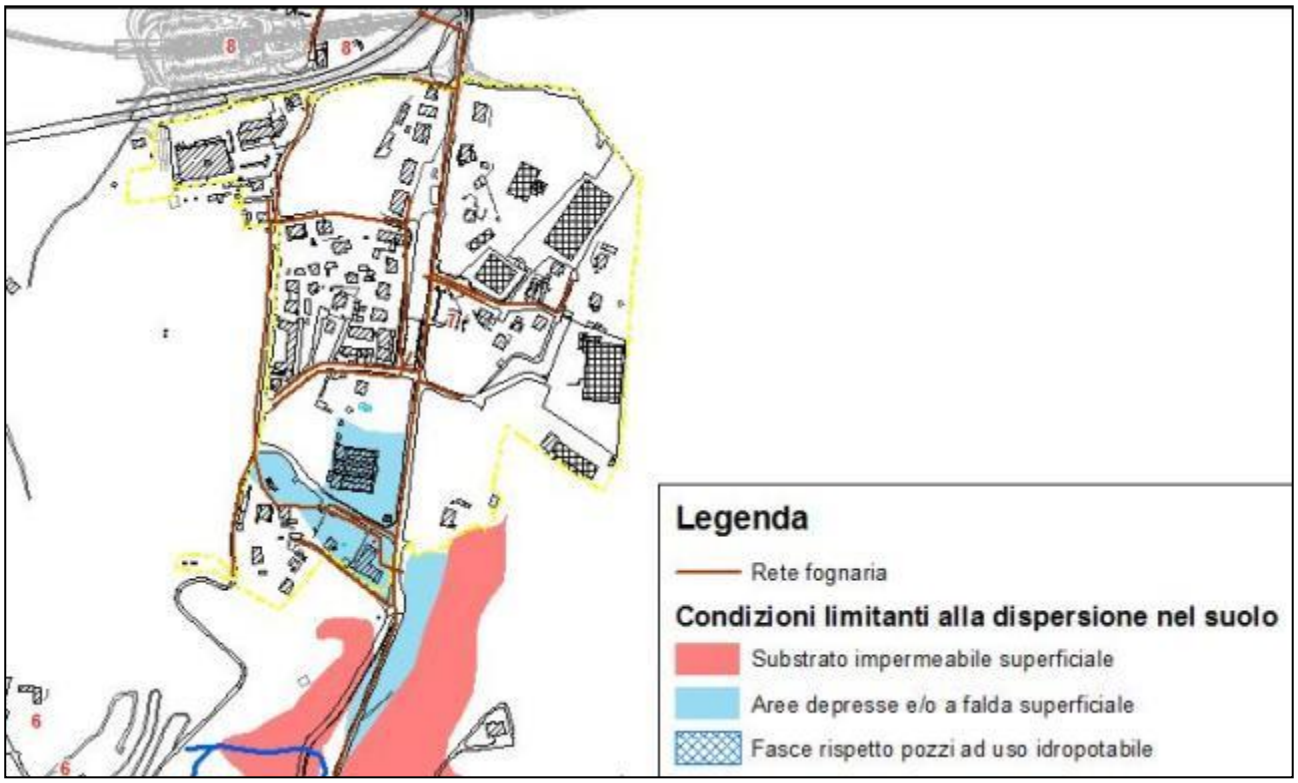
Poiché le caratteristiche geologiche derivano da studi a scala di bacino, le stesse dovranno essere confermate, con opportune indagini locali, volte alla verifica della presenza di substrati impermeabili o a risalita di acque di falda.

Nel settore orientale, a fronte della presenza di un nuovo collettore di acque bianche, sono ammissibili interventi con scarico in corpo idrico superficiale, comunque entro i limiti stabiliti dalla normativa e previa verifica delle condizioni dissestive nell'intorno dei punti di scarico.

Una maggiore possibilità di scarico in fognatura potrà essere concessa a fronte della realizzazione di collettori separati, entro i limiti posti alla base dei calcoli progettuali di dimensionamento dei collettori stessi.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Area Omogenea 7



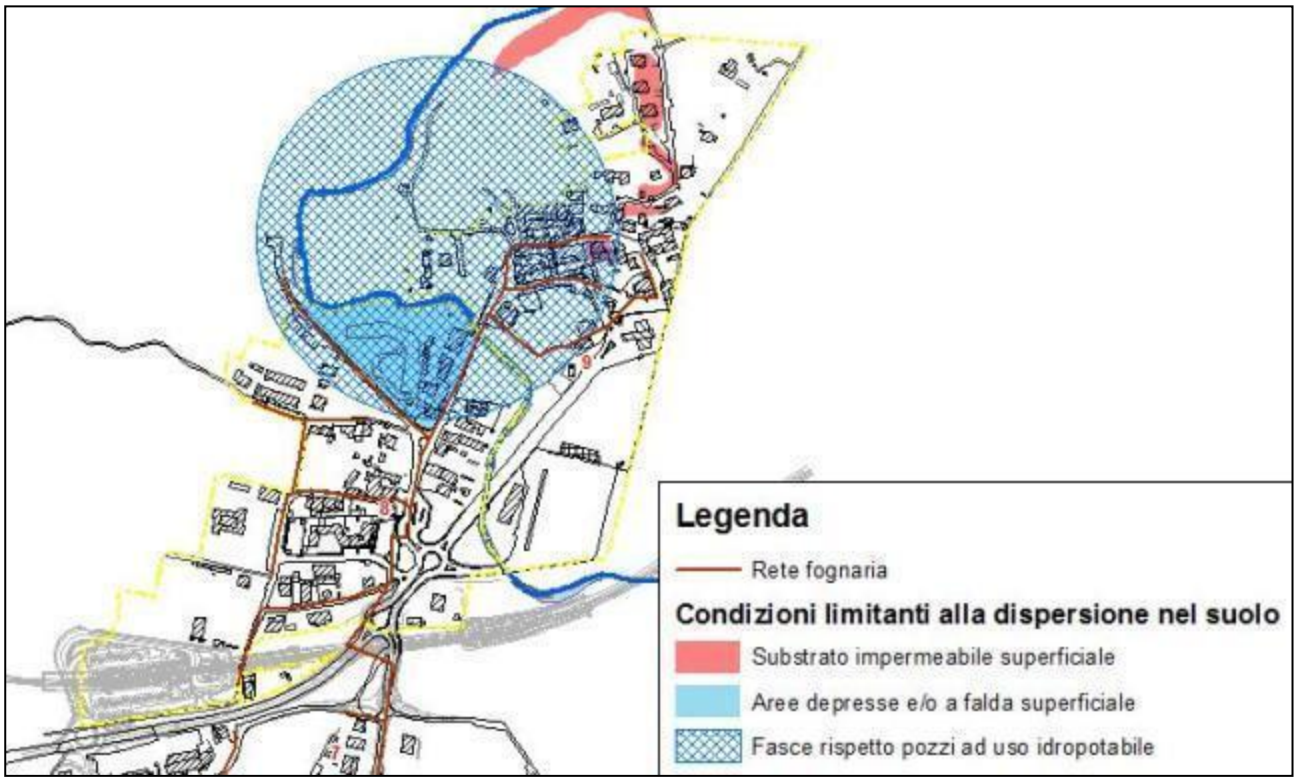
L'area è generalmente caratterizzata dalla presenza di fognature non separate che, in caso di sovraccarico, potrebbero presentare criticità: risulta pertanto preferibile procedere con la realizzazione di presidi di drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Tale approccio potrebbe essere difficoltoso nelle aree a bassa permeabilità ed in quelle con bassa soggiacenza di falda, per le quali si ritiene ammissibile lo scarico in pubblica fognatura comunque entro i limiti stabiliti dalla normativa; tuttavia poiché tali caratteristiche geologiche derivano da studi a scala di bacino, dovranno essere verificate, con opportune indagini locali, la presenza di substrati impermeabili e la profondità, ovvero la possibilità di risalita, delle acque di falda.

Una maggiore possibilità di scarico in fognatura potrà essere concessa a fronte della realizzazione di collettori separati, entro i limiti posti alla base dei calcoli progettuali di dimensionamento dei collettori stessi.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

Aree Omogenee 8 e 9



Le aree sono generalmente caratterizzate dalla presenza di fognature non separate che, in caso di sovraccarico, potrebbero presentare criticità: risulta pertanto preferibile procedere con la realizzazione di presidi di drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Tale approccio potrebbe essere difficoltoso nelle aree a bassa permeabilità ed in quelle con bassa soggiacenza di falda, per le quali si ritiene ammissibile lo scarico in pubblica fognatura comunque entro i limiti stabiliti dalla normativa; tuttavia poiché tali caratteristiche geologiche derivano da studi a scala di bacino, dovranno essere verificate, con opportune indagini locali, la presenza di substrati impermeabili e la profondità, ovvero la possibilità di risalita, delle acque di falda.

Si richiama inoltre il divieto di realizzazione di pozzi perdenti internamente alle aree di tutela delle captazioni.

Nella porzione centrale, a fronte della presenza di un nuovo collettore di acque bianche, sono ammissibili interventi con scarico in corpo idrico superficiale, comunque entro i limiti stabiliti dalla normativa.

Una maggiore possibilità di scarico in fognatura potrà essere concessa a fronte della realizzazione di collettori separati, entro i limiti posti alla base dei calcoli progettuali di dimensionamento dei collettori stessi.

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

11. LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DELLO STUDIO IDRAULICO COMUNALE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Il Comune di Cantello, ricadendo in fascia A, dovrà provvedere alla predisposizione dello *Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico,* che contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio.

In particolare, secondo quanto previsto dalla normativa (Art. 14), *"Lo studio comunale di gestione del rischio idraulico contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare:*

a) lo studio contiene:

1. la definizione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;

2. l'individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;

3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. A tal fine, il comune redige uno studio idraulico relativo all'intero territorio comunale che:

3.1. effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1. Per lo sviluppo di tale modello idraulico, il comune può avvalersi del gestore del servizio idrico integrato;

3.2. si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar; qualora gli stessi non siano di adeguato dettaglio, il comune può elaborare un adeguato modello digitale del terreno integrato con il DBT;

3.3. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio. A tal fine, il gestore del servizio idrico integrato fornisce il rilievo di dettaglio della rete stessa e, se disponibile, fornisce anche lo studio idraulico dettagliato della rete fognaria;

3.4. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori di cui al numero 2 diversi dalla rete fognaria, utilizzando studi o rilievi di dettaglio degli stessi, qualora disponibili, o attraverso valutazioni di massima;

3.5. individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti;

4. la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;

5. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, vie d'acqua superficiali per il

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale;

6. *l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l'indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure. A tal fine, tiene conto anche delle previsioni del piano d'ambito del servizio idrico integrato;*

6 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati;

b) le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 5, sono individuate dal Comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;

c) le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 5, sono individuate dal Comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale;

d) gli esiti delle elaborazioni vengono inviati dal Comune al gestore del servizio idrico integrato e all'ente di governo d'ambito di cui all'art. 48 della l.r. 26/2003 per le azioni di competenza.

Le differenze più marcate rispetto allo studio semplificato riguardano il maggiore livello di approfondimento delle condizioni di pericolosità idraulica riferite sia alla rete fognaria che al reticolo idrico.

Si richiede infatti *la modellazione idrodinamica del territorio comunale,* per la quale risultano necessari rilievi di dettaglio di tutta la rete di acque bianche o miste, con acquisizione delle informazioni riguardanti la tipologia, la profondità e la dimensione di ciascun tratto fognario, il posizionamento delle caditoie e dei pozzetti, etc..

In riferimento alla valutazione idraulica inerente il reticolo idrico, la base di lavoro è costituita dal rilievo Lidar (fornito alle Amministrazioni Comunali da Regione Lombardia), che andrà integrato con valutazioni di dettaglio, mediante rilievo topografico, delle sezioni maggiormente significative o in corrispondenza di infrastrutture di attraversamento.

Le risultanze del presente Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale, che rappresenta già un utile strumento di partenza su cui impostare lo Studio Comunale di Gestione

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737

del Rischio Idraulico, dovranno quindi essere integrate con quelle derivanti dalle modellazioni di cui sopra, sia in termini di perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica che di definizione delle misure strutturali e non strutturali.

Le tempistiche inerenti la redazione dello Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico sono definite dall'art. 14 commi 1 e 5 del R.R.: nello specifico non viene data alcuna indicazione temporale se non che "*gli esiti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e, (..) devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell'articolo 5 comma 3 della L.R. 31/2014 e comma 4, quinto periodo".*

STUDIO DI INGEGNERIA - Ing. Bai Antonino - Via IV Novembre, 9 - 21026 Gavirate (VA) - Tel. 0332/745463 Fax 0332/735805
E-Mail: ambiente@progettibai.it - C. F. BAINNN62L24L682G - P. IVA 02386950121 - Iscr. Albo Prov. Varese n. 1737