

---

Comune di Suisio  
Provincia di Bergamo

Rapporto geologico, idrogeologico e climatologico - pluviometrico, finalizzato a verificare la possibilità di disperdere le acque meteoriche di dilavamento di viabilità e coperture, negli orizzonti superficiali del suolo, per l'area interessata dall'ATRE1, con demolizione edificio produttivo esistente e cambio destinazione d'uso a residenziale, sita in via IV Novembre, in comune di Suisio (Bg)

**SIG.RI ZAPPA RAFFAELLA - ZAPPA FLAVIA - LOCATELLI SIMONE**

Dott. Norberto Invernici  
geologo  
N° Iscr. O.R.G.L. 990

Bergamo, 17 Gennaio 2018



## Indice

1.0 Premessa	2
2.0 Litologia superficiale ed idrogeologico	3
3.0 Indagini idrogeologiche in sito	4
4.0 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense	5
5.0 Verifica dimensionamenti dreni verticali	6

## 1.0 Premessa

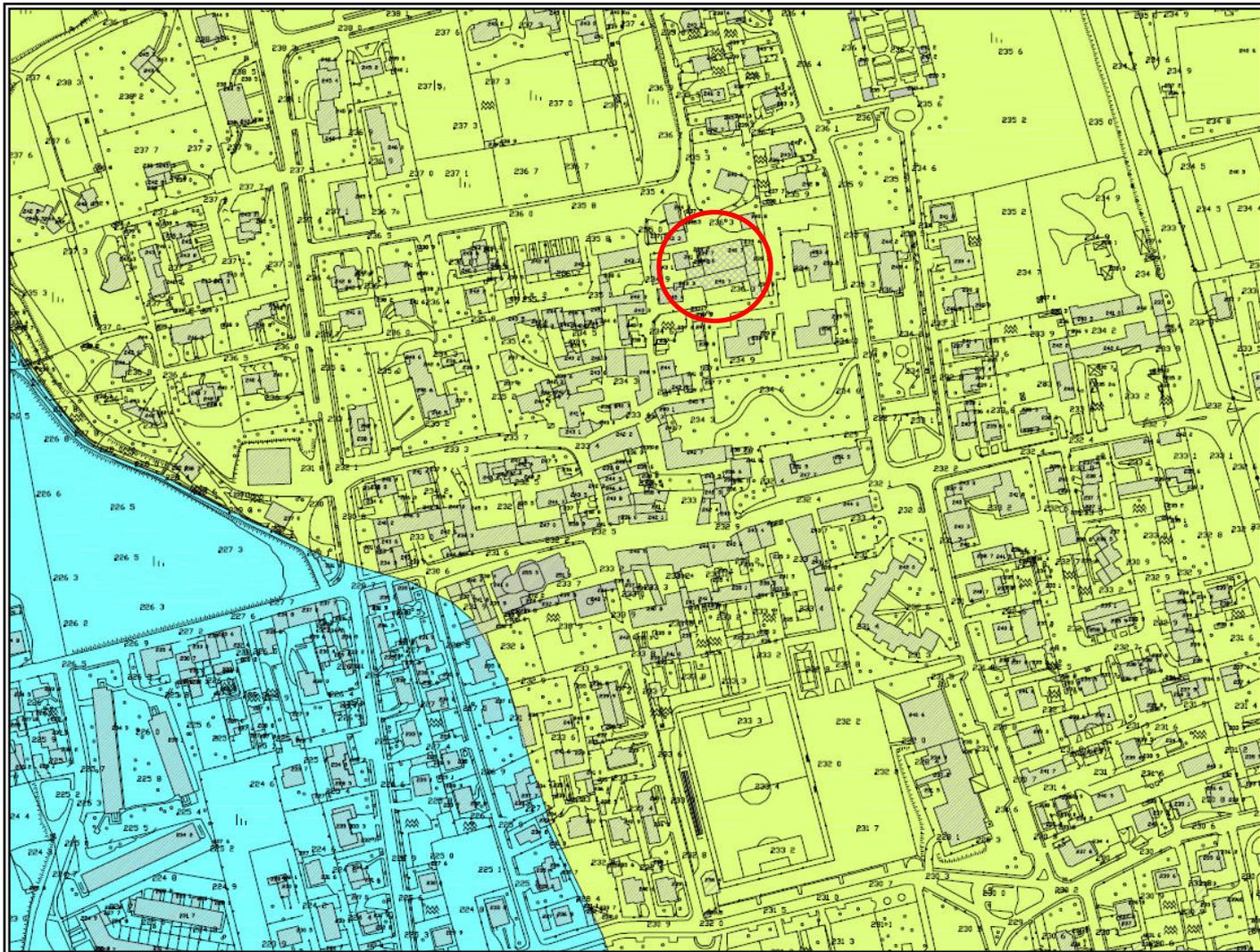
A seguito dell'incarico conferito dalla ditta Edilomar è stato predisposto il seguente rapporto sui caratteri geologici ed idrogeologici dei terreni siti in via IV Novembre, in territorio comunale di Suisio (Bg), finalizzato a verificare la possibilità di disperdere negli orizzonti superficiali del suolo, le acque meteoriche di dilavamento dilavamento della viabilità e delle coperture, negli orizzonti superficiali del suolo, per l'area interessata dall'ATRE1, che prevede la demolizione dell'edificio produttivo esistente e cambio destinazione d'uso con formazione nuovi edifici residenziali.

L'assetto geologico dei terreni oggetto di studio è stato desunto dalla corposa documentazione bibliografica disponibile, con particolare riferimento allo studio geologico di PGT, e dai rilievi eseguiti in sito; per la definizione delle caratteristiche idrogeologiche degli orizzonti più superficiali dei terreni, sono state eseguite specifiche indagini in sito mediante prove di permeabilità a carico costante e a carico variabile di tipo Lefranc, in fase di avanzamento, entro foro di sondaggio spinto fino a - 15 m da p.c.

Le indagini in sito sono state eseguite in data 10 gennaio 2018 ed hanno consentito di stimare la permeabilità dei terreni di sottofondo dell'area di interesse.

La finalità del presente lavoro è quella di analizzare, relativamente agli esposti aspetti di competenza del geologo, l'assetto delle aree interessate, per definire la compatibilità dei terreni di sottofondo a sostenere l'esercizio di un impianto di dispersione delle acque meteoriche, nonché per procedere ad un dimensionamento di massima del sistema di dispersione ritenuto più idoneo in funzione delle caratteristiche idrogeologiche del sottofondo.

Il seguente rapporto è stato redatto nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento al Regolamento Hidrogest e, per quanto attiene invece agli aspetti climatologici e pluviometrici, si è fatto ricorso alle elaborazioni ed interpretazioni dei dati pubblicati dall'Autorità di Bacino del Po, relativi alla distribuzione delle precipitazioni intense, attraverso la cui analisi è stato possibile definire la pioggia di progetto per il lotto di intervento, per il dimensionamento dei relativi manufatti.



-  Accumuli detritici di origine antropica (DTA)
-  Depositi detritici di versante (DTV)
-  Depositi alluvionali attuali o recenti (AL)
-  Depositi alluvionali antichi (ALA)
-  Depositi fluviali-colluviali delle paleoincisioni sul Pianalto
-  Unità di Cantù – Pleistocene Superiore (CAN)
-  Unità di Carvico – Pleistocene Sup.re – Medio (CAR)
-  → Unità di Medolago – Pleistocene Medio (MED)
-  Ceppo Poligenico – Pleistocene Medio (C.P.)
-  Ceppo del Brembo – Pleistocene Inferiore (C.B.)

 Area intervento

Stralcio della carta geologica dello studio geologico di PGT  
Non in scala

## 2.0 Litologia superficiale ed idrogeologico

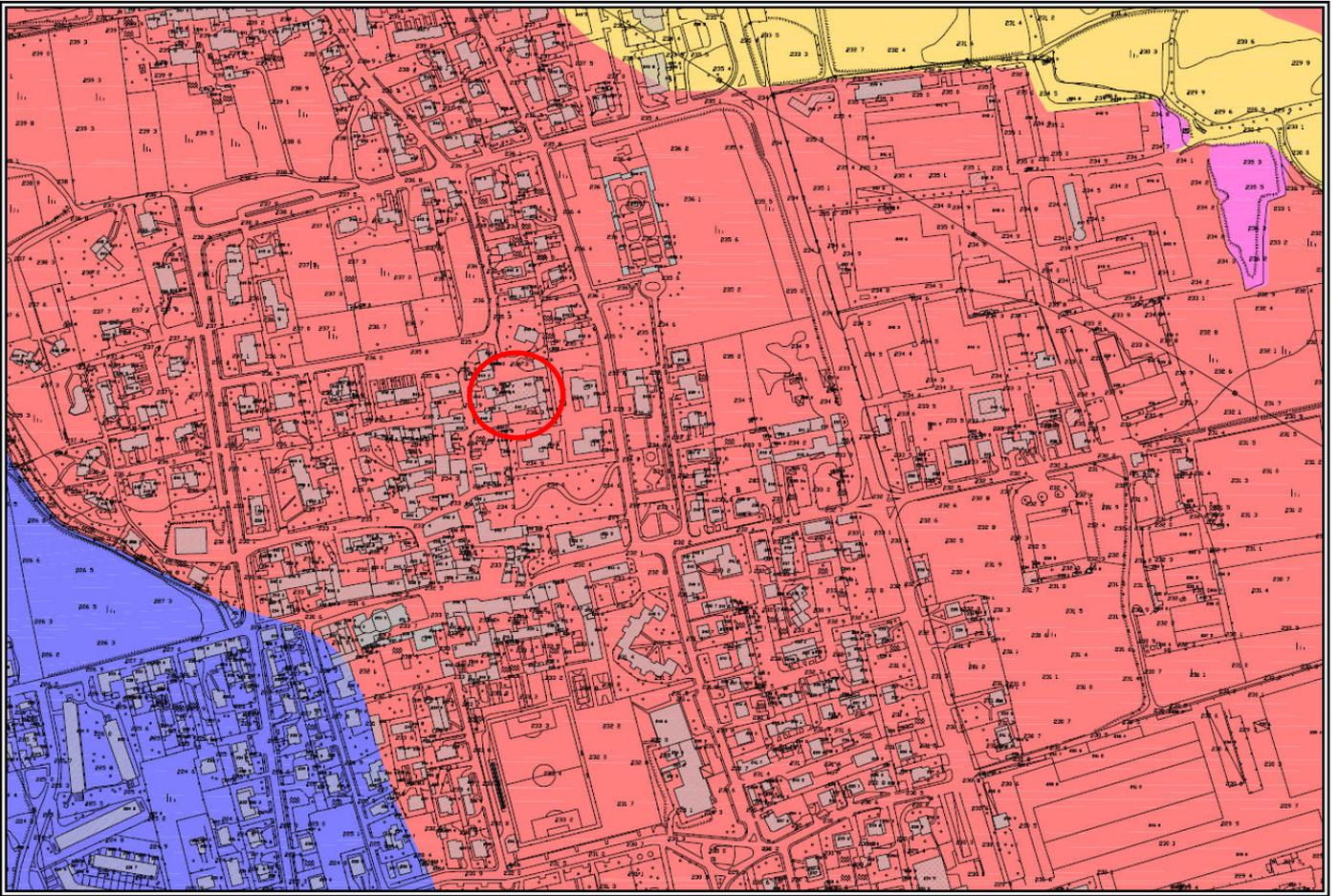
L'ambito di intervento è posta nel centro abitato di Suisio, sui terreni posto lungo via IV Novembre inseriti in Classe 2 GT (fattibilità con modeste limitazioni) di fattibilità geologica del vigente PGT comunale per problematiche connesse principalmente con le mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche degli orizzonti più superficiali. L'assetto geologico del territorio in esame è riferibile ai litotipi ascrivibili ai sedimenti continentali quaternari, in facies "fluvioglaciale", di pertinenza del bacino di alimentazione abduano, attribuibili all'Unità di Medolago (Pleistocene Medio). Tali litotipi sono costituiti da ghiaie a supporto di matrice limoso argillosa, pedogenizzate per tutto lo spessore dell'unità, con ciottoli arrotondati. La superficie superiore è caratterizzata da loess pedogenizzati di spessore massimo 3 m e con orizzonti a fragipan, colori da 5YR a 10YR.

La litologia superficiale è tuttavia influenzata localmente dalle differenti modalità di sedimentazione dei depositi e dalla diversa evoluzione pedogenetica che possono aver subito; la carta della litologia superficiale allegata, tratta dai lavori dell'ERSAF e della Regione Lombardia, mostra la presenza, negli orizzonti direttamente interessati, di terreni costituiti prevalentemente da limi argillosi e più in profondità da ghiaie argillose.

Tali litotipi sono generalmente caratterizzati, almeno per gli orizzonti superficiali, da permeabilità estremamente bassa, che rendono difficoltoso/impossibile l'esercizio di un impianto di dispersione delle acque meteoriche, a meno di realizzare pozzi perdenti con superficie filtrante che si sviluppa nell'orizzonte ghiaioso - limoso più profondo (dreni verticali), comunque dimensionati sulla base dei valori di permeabilità dei terreni effettivamente misurata sulla base di specifiche indagini idrogeologiche in sito.

La falda idrica è presente, nell'area di intervento, solo a partire da quote molto profonde da p.c., ad oltre - 50 m di profondità; non si esclude la presenza di falde temporanee sospese che trovano preferenziali vie di scorrimento entro livelli superficiali più permeabili.

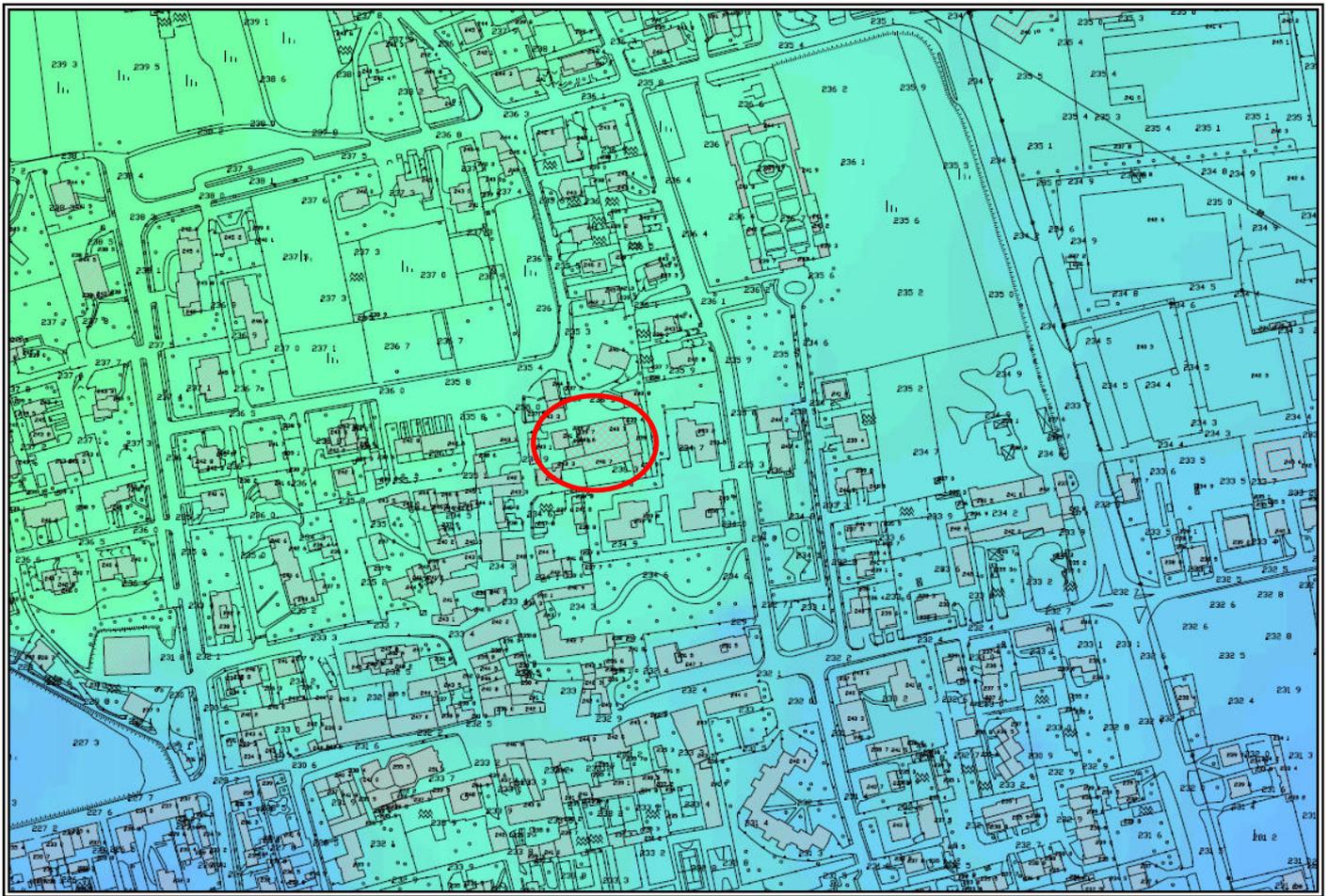
L'ambito di intervento risulta inoltre esterno alle perimetrazioni di fasce di rispetto delle captazioni idropotabili né sono presenti, in un ragionevole intorno, corsi d'acqua riferibili al reticolo idrico naturalmente affermato.



Zona omogenee	Zona geologica	Massa di volume (Kg/dm <sup>3</sup> )	Coefficiente di permeabilità idraulica (m/s)	Angolo di attrito (°)	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> )
→ 	Fluvioglaciale antico (Pianalto ferrettizzato)	1.8 - 2	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-10</sup>	-	0.5 - 1.0
	Fluvioglaciale antico rimaneggiato (Paleovalveo Rio Zender)	1.8	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-8</sup>	25 - 30	-
	Fluvioglaciale recente	1.8 - 2	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup> (con limo e argilla > 10%)	30 - 35 (poco addensato) 40 - 45 (addensato)	0
	Terrazzi fluviali ed alluvioni	1.8	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-3</sup>	35 - 40	0
	Ceppo (parametri relativi all'ammasso roccioso)	1.8 - 2	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-5</sup>	25 - 35	1 - 3
	Aree non caratterizzate per la presenza di materiali eterogenei				

 Area intervento

Stralcio della carta geologico - tecnica dello studio geologico di PGT  
Non in scala



Soggiacenza della falda

0

10

20

30

40

50

60

70

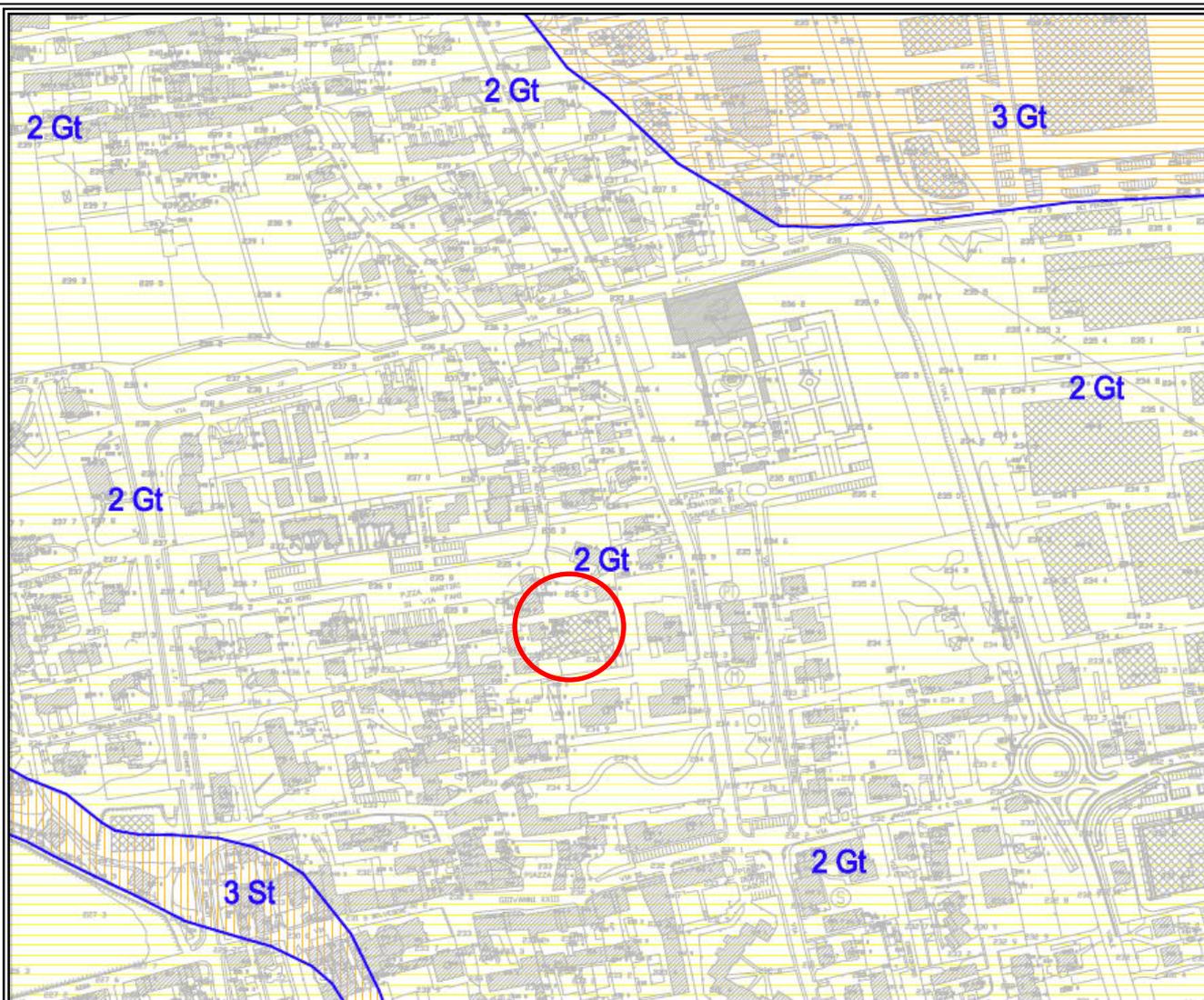
80

90 metri



 Area intervento

Stralcio della carta di soggiacenza della falda dello studio geologico di PGT  
Non in scala



- CLASSE DI FATTIBILITA' 2 (fattibilità con modeste limitazioni)**
  - sottoclasse 2Gt (problematiche di tipo geotecnico)
  - sottoclasse 2Id (problematiche di tipo idraulico)
- CLASSE DI FATTIBILITA' 3 (fattibilità con consistenti limitazioni)**
  - sottoclasse 3St (problematiche di tipo instabilità versanti)
  - sottoclasse 3Gt (problematiche di tipo geologico-geotecnico)
- CLASSE DI FATTIBILITA' 4 (fattibilità con gravi limitazioni)**
  - sottoclasse 4St (problematiche di tipo instabilità versanti)
  - sottoclasse 4Gt (problematiche di tipo geologico-geotecnico)
  - sottoclasse 4Id (problematiche di tipo idraulico)
  - sottoclasse 4Idg (problematiche di tipo idrogeologico)

Area intervento

Stralcio della carta di fattibilità geologica dello studio geologico di PGT  
Non in scala

### 3.0 Indagini idrogeologiche in sito

Nel caso specifico sono state p eseguite le seguenti indagini in sito:

- N° 1 Sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino a - 15,00 m da p.c.;
- N° 2 prove di permeabilità a carico costante in avanzamento di sondaggio (tra - 8,00 e - 8,50 m, tra - 13,00 e - 13,50 m p.c.) e n° 1 prova a carico costante (tra - 13,50 e - 16,50 da p.c.);

Le indagini in sito sono state ubicate come da planimetria allegata.

### 3.1 Prove di permeabilità (Prove tipo Lefranc)

Sono state eseguite n° 2 prove di permeabilità in fase di avanzamento nel foro di sondaggio, rispettivamente alla quota di - 8,00 e - 8,50 m, tra - 13,00 e - 13,50 m da p.c. Le prove sono state eseguite a carico costante misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello d'acqua nel foro. L'interpretazione dei dati forniti da tali prove permette di definire il coefficiente di permeabilità dei terreni e di valutare la loro capacità a garantire il drenaggio delle acque meteoriche ed il loro ritorno in falda. Le risultanze delle prove di permeabilità e della sequenza stratigrafica del sondaggio eseguito, mostrano come i livelli superficiali, fino alla quota di circa - 5,6 m da p.c., siano caratterizzati da livelli limosi argillosi con permeabilità estremamente bassa, tali da pregiudicare la possibilità di disperdere le acque meteoriche di dilavamento.

Più in profondità, oltre i - 5,6 m da piano campagna, compaiono orizzonti a composizione ghiaiosa limosa, dotati di una permeabilità sufficiente a garantire l'esercizio di un impianto di dispersione acque meteoriche, da realizzarsi mediante pozzi disperdenti, con tubazione drenante microfessurata.

***I risultati forniti dal sondaggio e dalle prove di permeabilità Lefranc hanno fornito i seguenti risultati:***

Stratigrafia sottofondo riscontrata durante il sondaggio	
Quota in m da p.c.	Stratigrafia
Da p.c. a - 0,20 m	Ghiaiutto sedime stradale
Da - 0,20 m a - 5,60 m	Limo argilloso compatto di colore rossiccio
Da - 5,60 m a - 15,00	Ghiaia limosa argillosa

### Prove di permeabilità in foro di sondaggio a carico costante

Profondità prova(m)	Lunghezza filtro(m)	Altezza acqua in foro(m)	Portata (l/s)	Permeabilità (m/s)
8	0.5	8	1.97	0.00068
13	0.5	13	2.27	0.000482

Diametro del foro (mm):	<input type="text" value="127"/>	Profondità della falda dal p.c. (m):	<input type="text" value="50"/>
Permeabilità media (m/s):	<input type="text" value="5.81E-4"/>		



Legenda:

- **S1** – Sondaggio meccanico e prove di permeabilità Lefranc

Schema di ubicazione prove di permeabilità tipo Lefranc  
Non in scala

*Le prove eseguite hanno evidenziato la presenza, oltre i 5,6 m di profondità come da riscontro della stratigrafia del sondaggio, di terreni dotati di buona permeabilità, che non hanno consentito l'esecuzione della prova a carico variabile (abbassamenti molto rapidi); sono stata quindi condotte prove a carico costante che hanno consentito la dispersione di 300 litri in un tempo pari a 2'12", equivalenti ad una quantità di circa di circa 2 l/s.*

#### 4.0 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense

Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette è stata condotta, a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, un'interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parametri  $a$  e  $n$  delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. I risultati sono rappresentati nella tabella allegata; gli elaborati consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, identificando la localizzazione sulla corografia e, in dettaglio, sulla cartografia in scala 1:250.000.

I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale.

#### 4.1 Elaborazione dei dati

I risultati delle elaborazioni condotte con tale metodologia, per la stazione indicata in tabella, sono riportati nei grafici allegati in tabella sotto descritta.

Tabella - Curve di possibilità pluviometrica		
Cella rif.	N <sub>20</sub>	A <sub>20</sub>
DP72	0,254	55,95

Ai fini del presente lavoro, così come suggerito dalla maggiorparte dei riferimenti bibliografici, per aree poco estese e di modesta problematicità, è stato considerato un tempo di ritorno pari a 20 anni, per il quale l'espressione delle curve di possibilità climatica per la stazione considerata è esprimibile nella forma:

Area intervento Cella DP72	$h(20) = 55,84 \times T_c^{0,249}$
----------------------------	------------------------------------

Pari ad una pioggia critica oraria di circa 56 mm, che corrispondono a 56 litri di acqua che in un'ora si raccolgono su ogni metro quadrato di superficie impermeabilizzata, pari a 155,5 l/sec/ha.

## Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Interventi sulla rete idrografica e sui versanti

Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter

Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001

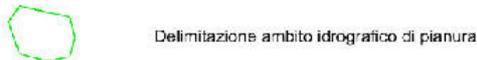
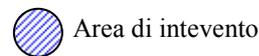
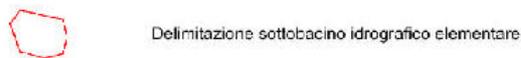
7. Norme di attuazione

Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilita' idraulica

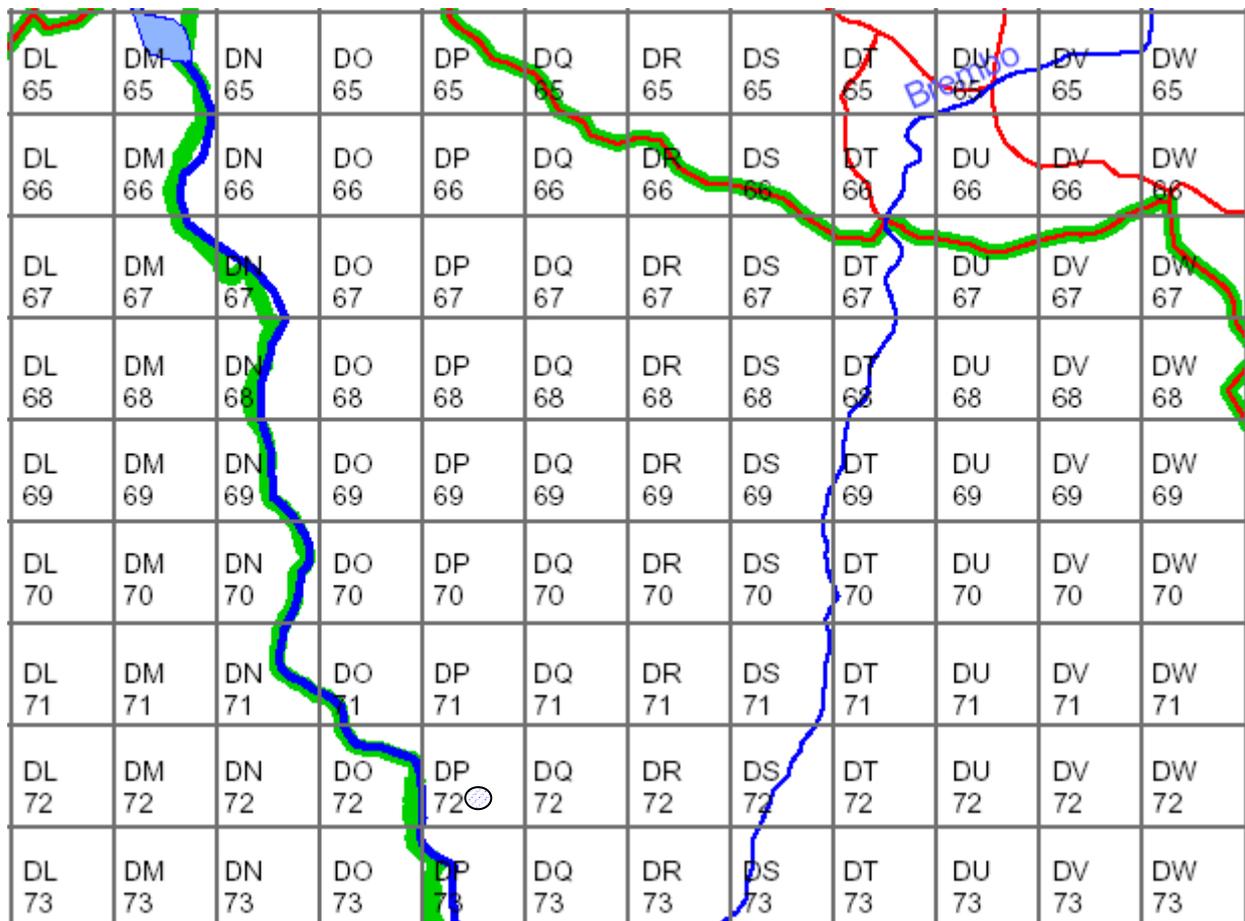
**Allegato 3 : Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense**

**Celle del reticolo chilometrico di riferimento scala 1:250.000**

### LEGENDA



FK64 Codice e ubicazione della cella del reticolo chilometrico di riferimento



**Cella di riferimento per l'area considerata DP72**

## Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Interventi sulla rete idrografica e sui versanti

Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter

Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001

7. Norme di attuazione

**Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilita' idraulica**

*Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*

*Parametri delle linee segnalatrici di probabilita' pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni*

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
DP71	539000,00000	5059000,00000	55,95	0,254	72,86	0,244	79,82	0,241	89,25	0,237
DP72	539000,00000	5057000,00000	55,84	0,249	72,90	0,238	79,87	0,235	89,35	0,231
DP73	539000,00000	5055000,00000	55,83	0,244	73,08	0,233	80,06	0,229	89,62	0,225

**Parametri di riferimento per la Cella DP72 corrispondente all'area di intervento  
sita lungo via IV Novembre – Suisio (Bg)**

<b>a per Tr = 20 anni</b>	<b>n per Tr = 20 anni</b>
<b>55,84</b>	<b>0,249</b>

## 5.0 Verifica dimensionamenti dreni verticali

Sulla base dei dati pluviometrici dell'area di intervento, dei coefficienti di permeabilità dei terreni di sottofondo e dei riferimenti normativi, è stato possibile pervenire alle stime per le verifiche di dimensionamento dei pozzi disperdenti esistenti per poter far fronte ad eventi meteorici di breve durata e forte intensità. Per le verifiche dei sistemi di dispersione esistenti sono state prese in considerazione le elaborazioni dei dati pluviometrici sopra citati, che forniscono, per un tempo di ritorno di 20 anni, valori massimi della pioggia oraria di 55 mm. Nelle verifiche di dimensionamento sarà pertanto considerato un dreno verticale in PVC microfessurato, di diametro 4" (quattro pollici), di lunghezza complessiva 10 m, sviluppato tra - 5 m e - 15 m di profondità.

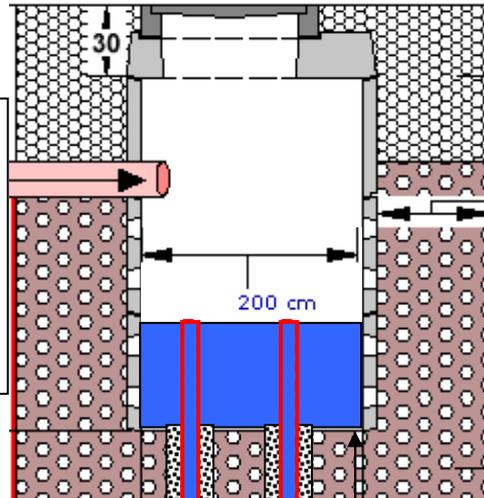
### Superfici computate nei dimensionamenti e dimensionamento pozzi disperdenti

Ai fini della stima di dimensionamento si è proceduto a verificare la superficie complessiva impermeabilizzata che ciascun pozzo, per la pioggia di progetto considerata, è in grado di smaltire. Sulla base delle superfici complessive impermeabilizzate il Progettista dell'intervento potrà stimare il numero di punti di dispersione complessivamente necessari.

In tale contesto stratigrafico ed idrogeologico il sistema di dispersione ottimale delle acque meteoriche che viene raccomandato è pertanto costituito da n° 2 dreni verticali del diametro interno di 4 pollici, eseguiti mediante trivellazione a distruzione di nucleo, e nell'inserimento di tubo microfessurato in PVC (diametro 4 pollici) con porzione drenante compresa tra - 5 e - 15 m da p.c. da installare al di sotto di ogni pozzo disperdente realizzato. Il pozzo disperdente ad anelli superficiali (di diametro 200 cm e profondità 350 cm, svolgerà la funzione di vasca volano.

VERIFICA DIMENSIONAMENTO VASCHE DI LAMINAZIONE					
Altezza precipitazione di progetto per la cella pluviometrica DP72, con tempo di ritorno 20 anni				56 mm/h	
Durata della precipitazione di progetto 60 minuti primi					
1) INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI AFFERENTI ALLA VASCA			2) CALCOLO DELLA PORTATA AFFLUENTE		
Tetti normali in tegole	2000.00	m <sup>2</sup>	$\varphi = 1.00$	Q = 31.20	l/s
Pavimentazioni in asfalto e cubetti di porfido legati con cemento	0.00	m <sup>2</sup>	$\varphi = 0.85$	Q = 0.00	l/s
Pavimentazioni in cubetti di porfido o formelle legati con sabbia	0.00	m <sup>2</sup>	$\varphi = 0.70$	Q = 0.00	l/s
Pavimentazioni in macadam	0.00	m <sup>2</sup>	$\varphi = 0.50$	Q = 0.00	l/s
Prati e orti	0.00	m <sup>2</sup>	$\varphi = 0.17$	Q = 0.00	l/s
	<b>TOTALI</b>	<b>2000.00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>TOTALE</b>	<b>31.20</b>
					<b>l/s</b>
3) Acque infiltrate nel sistema di dispersione					
Qinfiltrate	30.00	l/s			
Portata da laminare	1.20	l/s			
4) CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE CON UNA DURATA DELLA PIGGIA DI 30 MINUTI PRIMI (applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,5)					
V vasca =	6480.00 l	<input type="text" value="6.48"/>	m <sup>3</sup>		

Pozzo perdente prefabbricato ad anelli in cls con funzione vasca volano  
Diametro 200 cm  
H = 300 cm



La testata dei dreni (ciechi) deve sbordare almeno 50 cm dal fondo pozzo, per evitare intasamenti

Dreni verticali  
Tubazione PVC microfessurata  
Diametro 4 pollici

Ghiaietto calibrato

Lunghezza complessiva tubazione microfessurata 10 m  
(da - 125 a - 15 m da p.c.)

Schema indicativo sistema di dispersione

**Le verifiche idrogeologiche condotte adottando opportuni coefficienti di sicurezza hanno consentito di appurare che ciascun punto di dispersione, realizzato secondo lo schema indicativo allegato, mediante la realizzazione di n° 2 dreni verticali del diametro interno di 4 pollici, eseguiti mediante trivellazione a distruzione di nucleo, e nell'inserimento di tubo microfessurato in PVC (diametro 4 pollici) con porzione drenante compresa tra - 5 e - 15 m da p.c. (lunghezza drenante complessiva 10 m per ciascun punto pozzo) è in grado di garantire lo smaltimento delle acque di dilavamento di una superficie complessiva di circa 2000 mq.**

Considerato che le superfici impermeabili complessive sono pari a 2310 mq, si raccomanda, a deciso favore di sicurezza, di prevedere la realizzazione di n° 2 punti di dispersione secondo lo schema indicativo allegato (considerato il margine di sicurezza il secondo pozzo potrà essere realizzato con un solo drenone verticale anziché due); in tal modo sarà possibile far fronte a possibili diminuzioni di efficienza del sistema, conseguenti ad inevitabili intasamenti dovuti all'utilizzo che richiedono, laddove l'efficienza sia molto compromessa, successive operazioni di spurgo.

La falda idrica vera e propria si attesta, per l'area di intervento, a quote superiori ai - 50 m da p.c, pertanto non sono attendersi interferenze con l'opera di progetto.

A deciso ed ulteriore favore di sicurezza si raccomanda di utilizzare tubazioni in PVC microfessurate, per l'intero sviluppo dei dreni verticali.

Bergamo, 18 gennaio 2018



Dr. Geol. Norberto Invernici  
N. Iscriz. O.G.L. 990