

COMMITTENTE
AZIENDA AGRICOLA LE CAMPANE
Di Rocco Alessandro Stefano S.S.
Via Campane 10
25128 BRESCIA (BS)

PROGETTO
SUAP: REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE AGRICOLO E AMPLIAMENTO CON CAMBIO DI DESTINAZIONE
D'USO DEI LOCALI IDENTIFICATI AL FG 19 MAPP. 70 SUB 502 SITI IN BRESCIA (BS), VIA CAMPANE.
Foglio 19 – Mappali 321 e 70 – B157

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14/01/2008 – DGR 2616/2011

Dicembre 2017



Il Tecnico
Geol. Massimo Marella
Via Formiche 3 - Palazzolo s/O (BS)
Tel 3486915165
geologomarella@gmail.com
massimo.marella@pec.enpaia.it

POZZI
AMBIENTE
IDROGEOLOGIA
ACUSTICA AMBIENTALE
GEOLOGIA- GEOTECNICA
PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	3
3. ANALISI DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE	4
4. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	7
5. APP2 – APPROFONDIMENTO IDROGEOLOGICO	11
6. ELEMENTI IDROGRAFICI.....	15
7. RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA	21
7.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	21
8. SISMOTETTONICA.....	22
8.1. SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA	23
8.2. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE E TOPOGRAFICA.....	25
9. RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE	28
9.1. INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	28
9.1.1. INDAGINE PENETROMETRICA.....	29
9.1.2. TRINCEA ESPLORATIVA	32
9.2. MODELLO GEOTECNICO, VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	33
9.3. CALCOLAZIONI PRELIMINARI AGLI STATI LIMITE	33
9.3.1. Dati geometri e azioni sulle fondazioni	33
9.3.2. Stati Limite Ultimi (SLU)	34
9.3.3. Stati Limite di Esercizio (SLE)	36
9.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE	37

1. PREMESSA

La presente indagine geologica è stata eseguita dallo scrivente su incarico dell'Azienda Agricola le Campane sita in via Campane 10 a Brescia, a supporto del progetto di realizzazione di un nuovo edificio agricolo e dell'ampliamento con cambio di destinazione d'uso dei locali identificati al fg 19 mappale 70 sub 502. Estremi catastali delle aree oggetto d'intervento: Foglio 19 – Mappali 321 e 70 – B157

L'analisi degli aspetti geologici del sito in esame è stata condotta utilizzando le informazioni rilevate durante i sopralluoghi effettuati ed integrate con le informazioni desunte dallo studio geologico comunale redatto a supporto del PGT, ed ai dati disponibili in letteratura.

Il presente studio è stato condotto ai sensi del cap. 6 "Progettazione geotecnica" delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/08) dove si legge che la caratterizzazione e modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio (par. 6.2.1 NTC 2008).

Trattandosi di un'indagine di tipo puntuale si premette che il sottoscritto resta disponibile per la verifica (con la D. L. e l'impresa esecutrice dei lavori) all'atto dell'esecuzione degli scavi che le condizioni del sottosuolo descritte nella presente indagine siano proprie di tutta l'area interessata dalla nuova edificazione. Eventuali difformità da quanto riportato nella presente indagine che venissero rilevate in fase di esecuzione lavori, andranno comunicate immediatamente allo scrivente.

2. UBICAZIONE DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione dell'area in esame su estratto foto aerea.

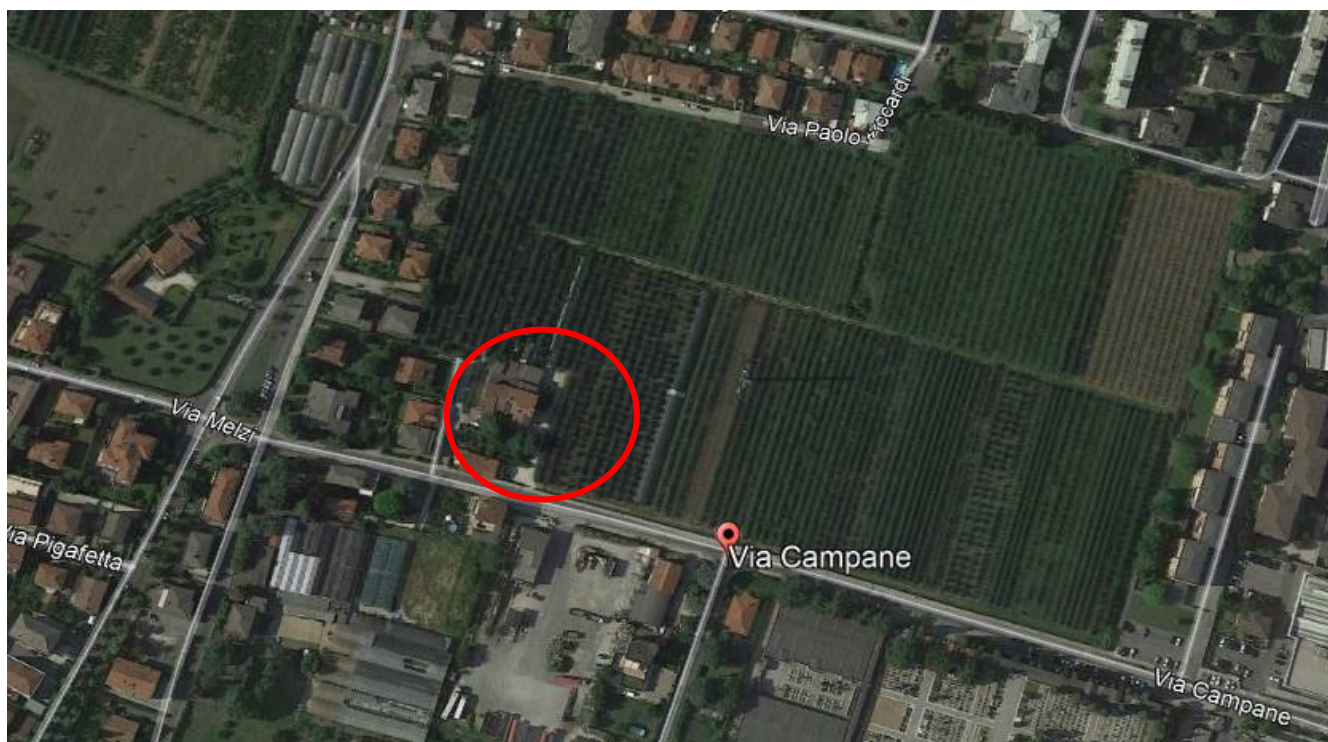


Figura 1: Ubicazione del sito su foto aerea (non in scala)

3. ANALISI DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE

Nel presente paragrafo si procede all'esame dello studio geologico comunale redatto dal geol. D. Gasparetti e dal Dott. Geol. G. Quassoli a supporto della variante generale al Piano di Governo del Territorio (Febbraio 2016), in aggiornamento per la componente sismica a quello del Dott. Geol. Vercesi.

Dalla carta dei vincoli risulta come il sito in esame non sia interessato dai seguenti vincoli di natura geologica:

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile acquedottistico.
- Vincoli di Polizia Idraulica.

Il sito ricade in fascia C del PAI.

La Tavola di sintesi degli aspetti geologici e idrogeologici del PGT (Tav DG23) non evidenzia la presenza di criticità di natura geologica gravanti sul sito.

L'area ricade in classe 1 di fattibilità geologica 1= fattibilità senza particolari limitazioni.

Dal punto di vista sismico è inserito nelle aree Z4 a: categoria di sottosuolo identificata B - $FAC > FAS$, per le quali è previsto l'approfondimento sismico di terzo livello o in alternativa l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C.

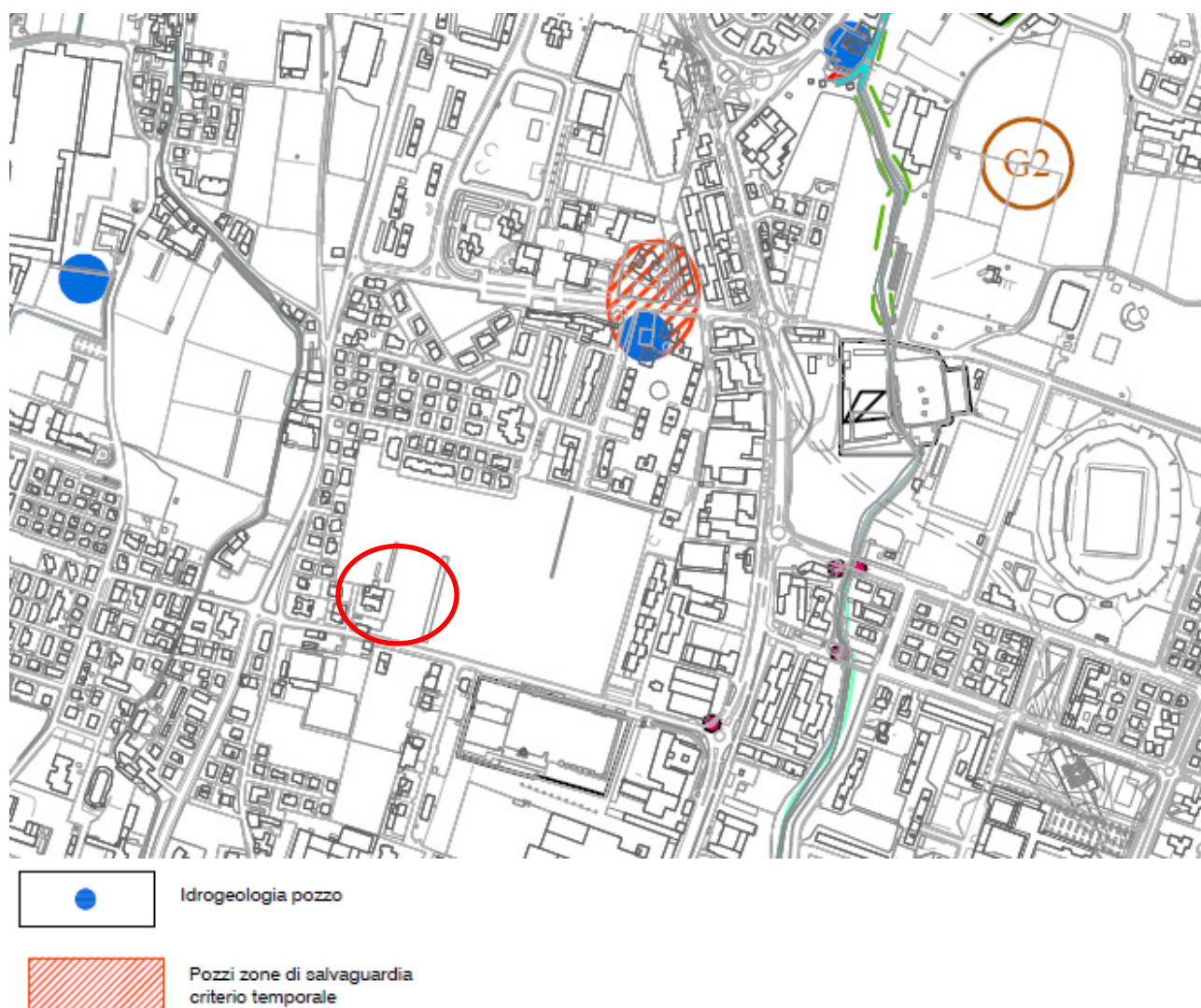


Figura 2- Estratto Tav DG23 Tavola di sintesi degli aspetti geologici e idrogeologici – Componente geologica del PGT

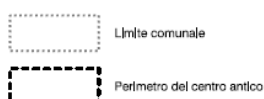
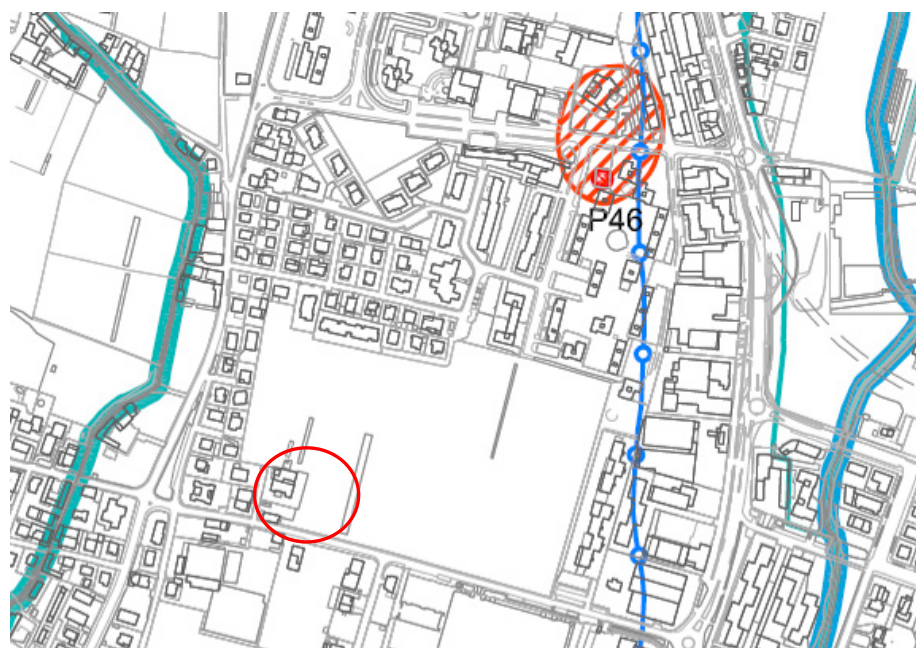
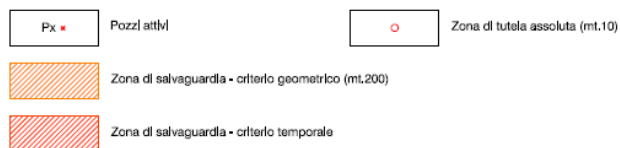
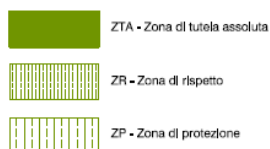
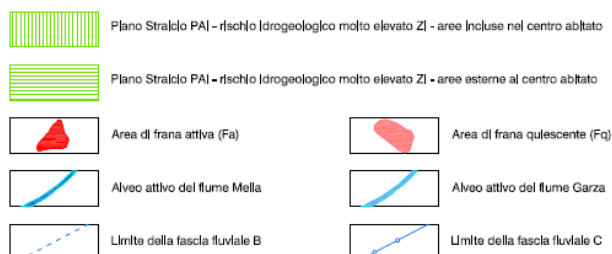
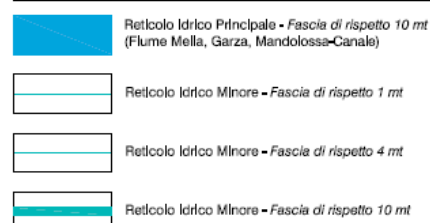
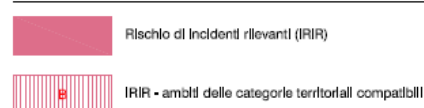
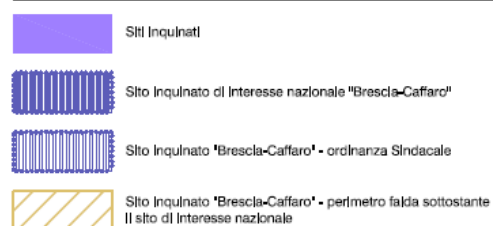
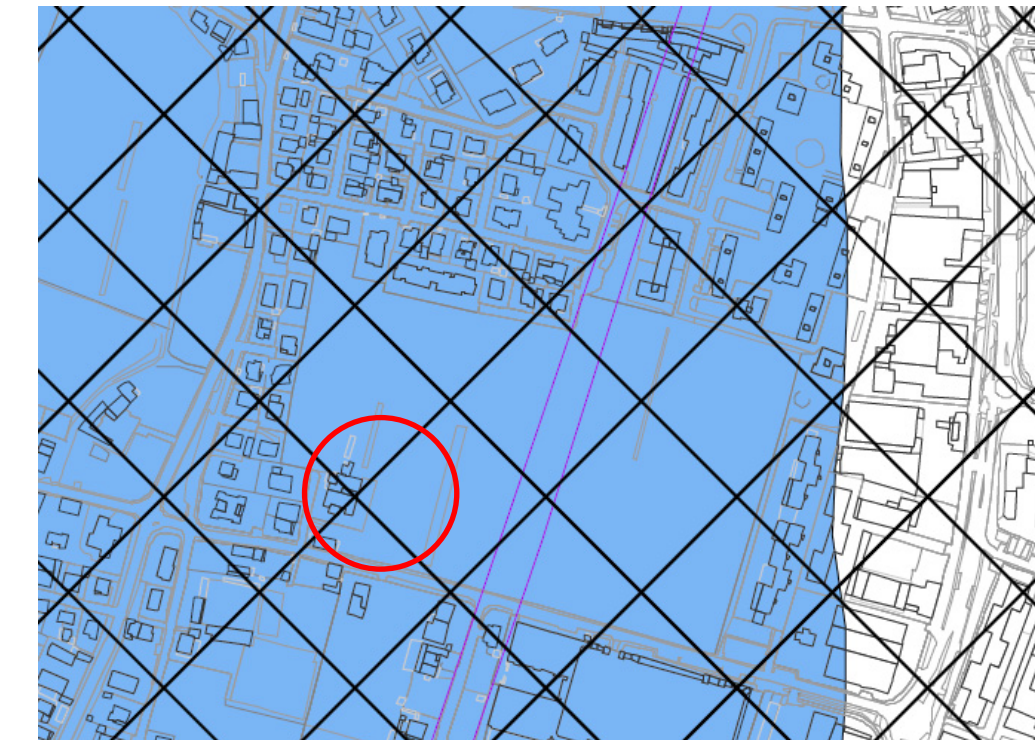
**DIFESA del SUOLO****Pozzi** (Dlgs 152/99)**Sorgente di Momplano** (D.P.R. 236/1988 e s.m.i.)**PAI - Piano per l'Assetto Idrogeologico****Vincolo Idrogeologico** (L. 3267/1923)**Reticolo Idrografico** (R.D. 523/1904)**Industrie a Rischio di Incidenti rilevanti** (DM 9 maggio 2001)**Anagrafe dei siti inquinati** (DM 471/1999)

Figura 3- Estratto Tav PR06 Tavola dei vincoli. Vincoli per la difesa del suolo – Componente geologica del PGT



Classe 2c

Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondità della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna).

Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.



Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).



Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Figura 4- Estratto Carta della fattibilità geologica – Tav V-ALall04N

4. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il sito in oggetto si colloca in sponda sinistra del Fiume Mella, in un ambito urbanizzato, all'ingresso della Valle di Mompiano".

Dal punto di vista geologico l'area in esame si colloca all'interno di depositi fluvioglaciali e fluviali costituiti da successioni ghiaioso sabbiose con intercalazioni sabbioso- limose, dell'alta pianura a nord delle risorgive (unità fwg).

Di seguito si riporta un estratto della Carta geologica d'Italia, foglio 47 Brescia.

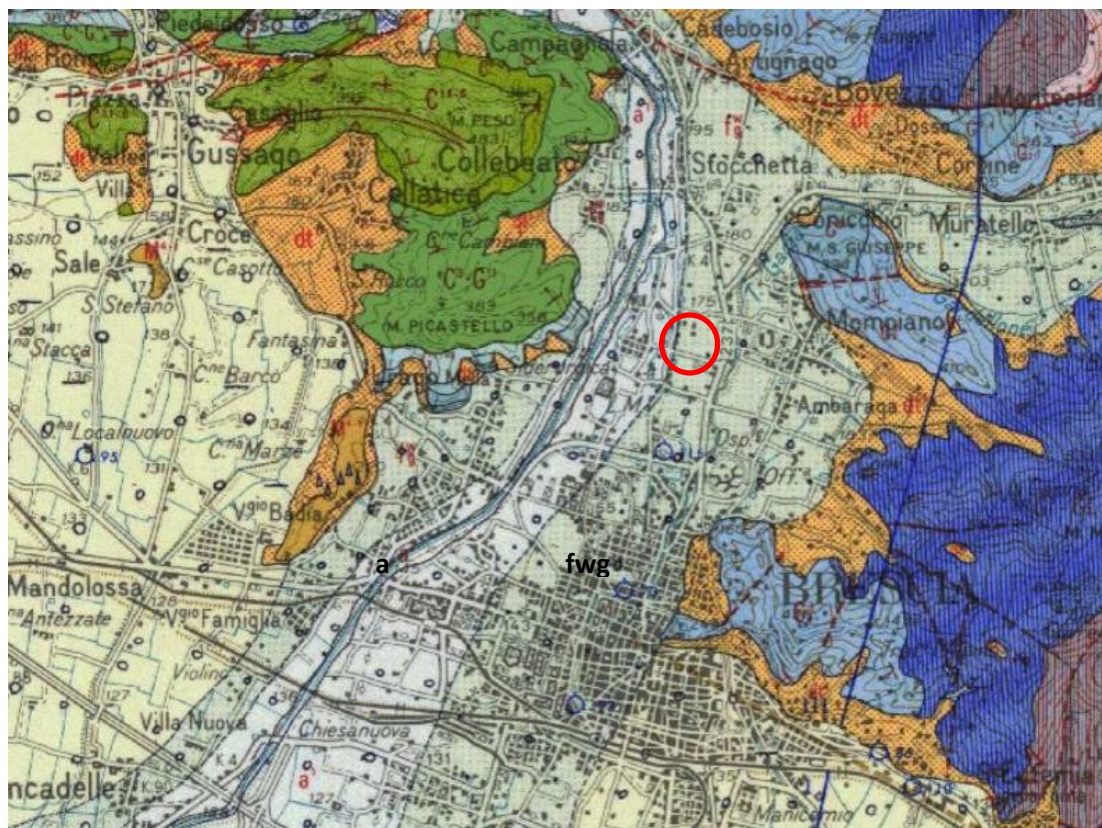


Figura 5: Carta geologica e geomorfologica – fwg= depositi fluvioglaciali e fluviali – a= depositi alluvionali

Nella figura seguente si riporta un estratto della Carta geologica e geostrutturale della componente geologica del PGT di Brescia, redatta dal Dott. Geol. Pierluigi Vercesi.

L'area in esame è interessata dalla presenza di depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali.

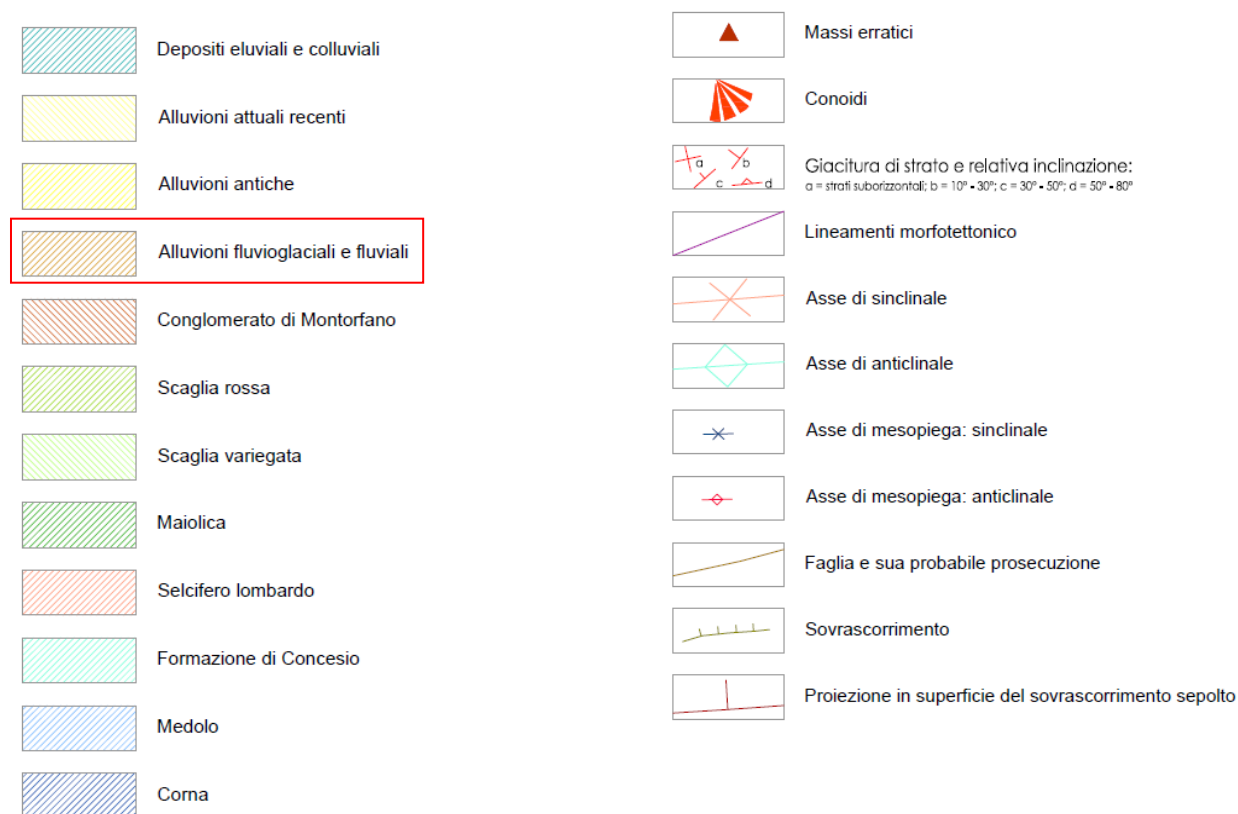
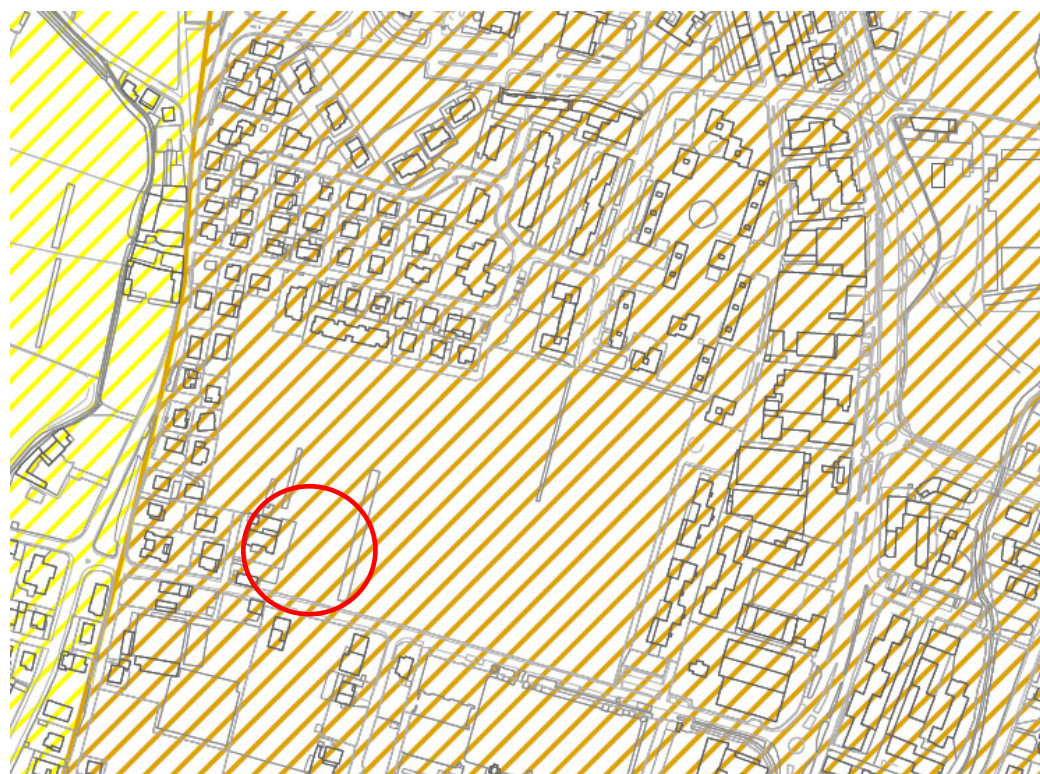


Figura 6: Estratto Tavola ALall04a – Analisi geologico – geostrutturale della Componente geologica del PGT di Brescia



Area subplaneggiante o con blande ondulazioni del piano campagna, coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvioglaciali in cui è modellato il settore di pianura del territorio comunale e, parzialmente, con la fascia esterna dei depositi eluvio-colluviali; STABILE.

Figura 7: Estratto Tavola ALall04b – Geomorfologia della Componente geologica del PGT di Brescia

Dal punto di vista geomorfologico lo studio geologico comunale classifica il sito come “area sub pianeggiante o con blande ondulazioni del piano campagna coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvioglaciali in cui è modellato il settore di pianura del territorio comunale e, parzialmente con la fascia esterna dei depositi eluvio- colluviali: stabile.”

Non è segnalata la presenza di fenomeni morfogenetici attivi in un intorno significativo dell’area.

Dal punto di vista altimetrico l’area si colloca ad una quota di circa 170 m slm (rif. Cartografia CTR).

Il sito è compreso fra quelli individuati dallo studio geologico con soggiacenza della falda inferiore ai 5 m.

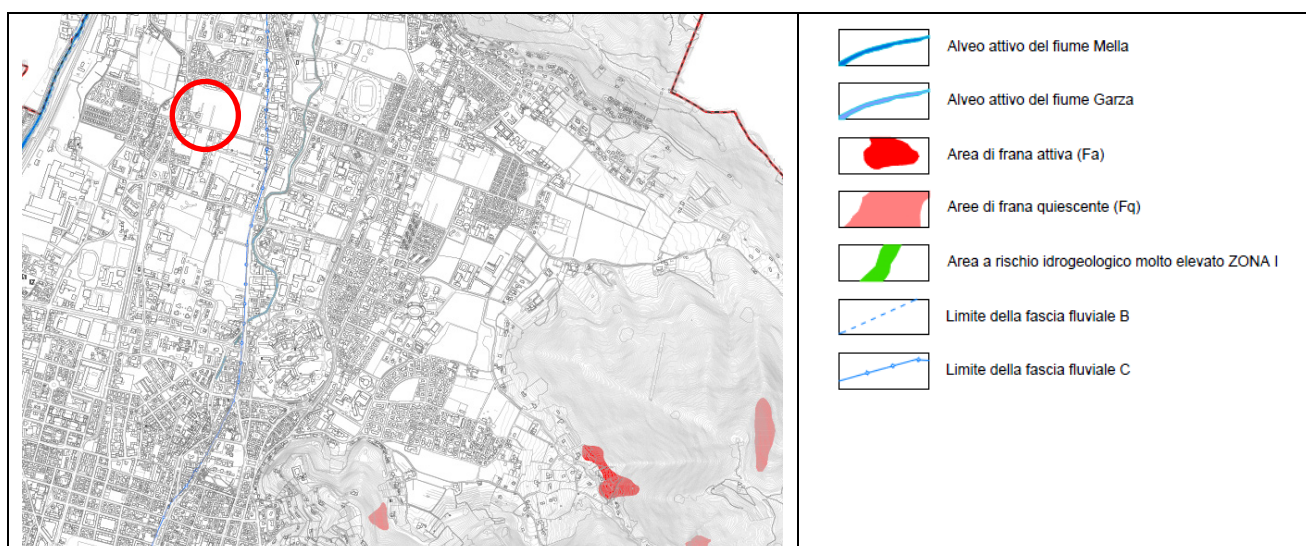


Figura 8: Estratto Tavola ALall04i – Carta del dissesto PAI della Componente geologica del PGT di Brescia

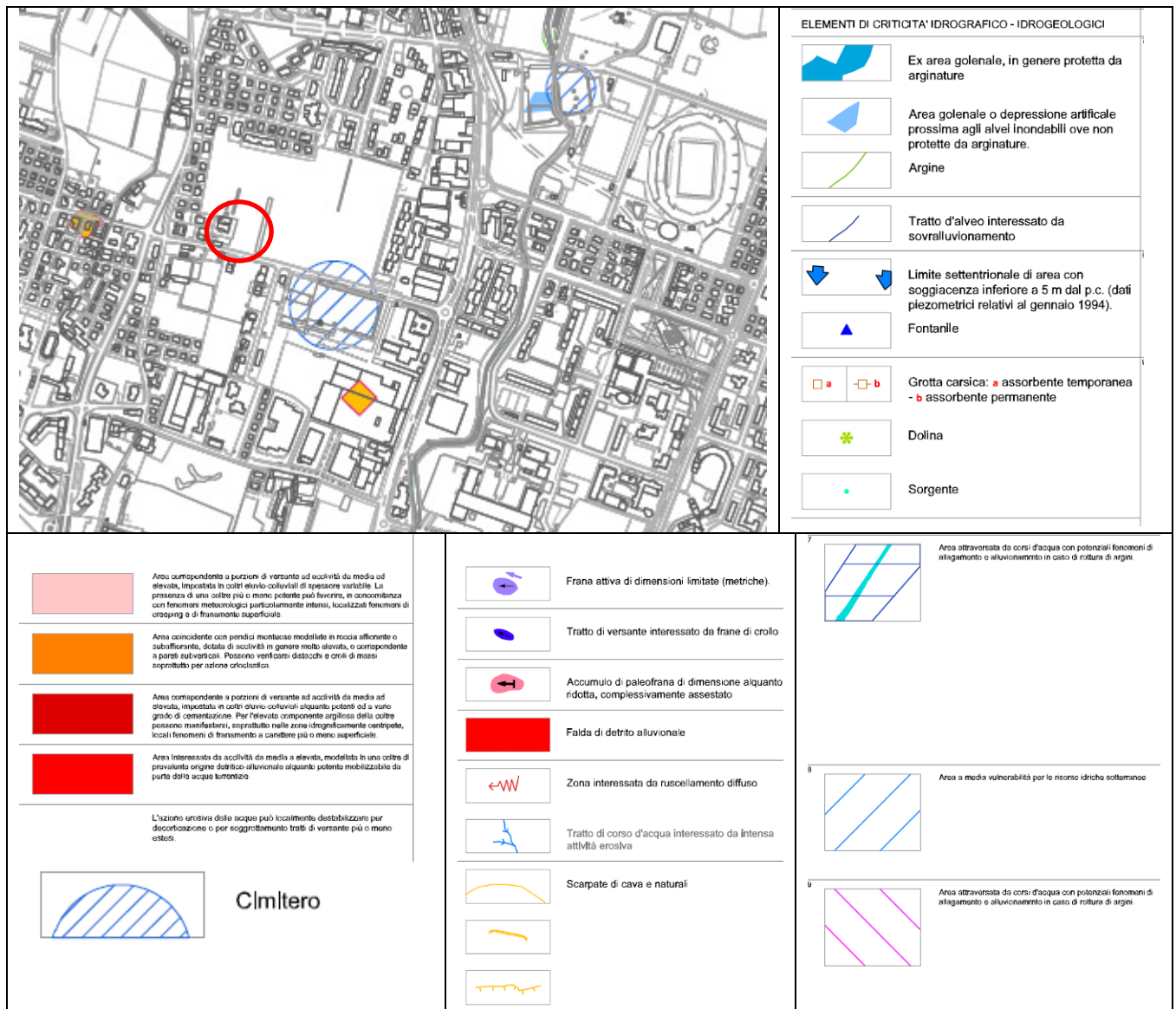


Figura 9: Estratto Tavola ALall04f – Carta del Rischio idrogeologico della Componente geologica del PGT di Brescia

5. APP2 – APPROFONDIMENTO IDROGEOLOGICO

La struttura e le caratteristiche idrogeologiche sono state ricostruite mediante l'analisi delle stratigrafie dei pozzi esistenti nella zona (dati dell'archivio dell'ufficio pozzi della Provincia di Brescia).

Oltre ai dati tratti dall'archivio pozzi della provincia di Brescia si sono utilizzati anche i contenuti degli studi geologici dei comuni limitrofi, le pubblicazioni della Regione Lombardia (La geologia degli acquiferi padani e Acque sotterranee in Lombardia, gestione sostenibile di una risorsa strategica) e dalla Provincia di Brescia "Studio idrogeologico della pianura bresciana (Dott. Geol. D. Chiarini)".

Le caratteristiche geologiche del sottosuolo, caratterizzate da notevoli variazioni laterali e verticali in funzione dei diversi eventi deposizionali e/o erosivi verificatisi nel Quaternario, condizionano anche le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale.

La serie idrogeologica che caratterizza il territorio a scala provinciale e regionale è riportata nella tabella seguente.

Sottounità	Unità idrogeologica		Caratteri idrogeologici	Spessore	
				Alta pianura	Bassa pianura
Alluvioni e fluvioglaciale recente	Acquifero superficiale e primo acquifero	Acquifero tradizionale	Falde libere di elevata trasmissività nella parte alta della pianura	In media 40 m	Circa 10 m
Fluvioglaciale antico o “Diluvium medio”	Secondo acquifero		Falde semiconfinate nell’alta pianura, confinata nella media e bassa pianura, trasmissività media	In media 80 m	In media 120 m
Fluvioglaciale antico o “Diluvium medio”					
Ceppo					
Acquifero sotto il ceppo					
Villafranchiano	Acquifero profondo o terzo acquifero	Falde confinate, trasmissività scarsa	Circa 150m		

Tabella 1: schema delle unità idrogeologiche della pianura (da: Acque sotterranee in Lombardia)

Nella parte settentrionale della pianura il primo e secondo acquifero sono praticamente in contatto senza che esistano elementi di disconnessione idraulica (litozone limoso argillose) significativi. Nel complesso si può quindi parlare di un unico complesso acquifero "monostrato". Spostandosi verso sud si osserva un incremento nella potenza delle litozone "impermeabili" che comportano una separazione dell'acquifero "monostrato" in un acquifero più superficiale "freatico" ed in un secondo acquifero più profondo (con presenza di falde in pressione). I carichi piezometrici fra la prima e la seconda falda si differenziano gradualmente dalla media alla bassa pianura, dove gli interscambi fra i due acquiferi diventano via via meno significativi.

In sintesi si parla di tre acquiferi principali definiti come: primo acquifero o "superficiale", secondo acquifero e terzo acquifero o "acquifero profondo". Il primo ed il secondo acquifero formano quello che viene normalmente identificato come "acquifero tradizionale".

Il primo acquifero ospita falde libere e semiconfinate. Le litologie dominanti sono rappresentate da depositi ghiaioso sabbiosi con modeste intercalazioni limoso argillose idrogeologicamente poco significative.

Il secondo acquifero aumenta di spessore verso sud (a scapito del primo acquifero che si riduce a poche decine di metri di spessore). E' caratterizzato dall'alternanza fra depositi ghiaioso sabbiosi (sede di falde confinate a discreta produttività) e litozone argilloso- limose.

Il terzo acquifero è un tipico sistema multistrato essendo costituito da banchi argillosi di spessore considerevole ai quali si intercalano lenti e orizzonti ghiaioso sabbiosi sede di falde confinate caratterizzate generalmente da una bassa produttività (depositi Villafranchiani).

Il modello idrogeologico della pianura bresciana è quindi schematizzabile nelle seguenti unità idrogeologiche sovrapposte ma non sempre ben individuabili:

- Unità sabbioso ghiaiosa – è formata da ghiaie e ghiaie sabbiose dei sedimenti alluvionali recenti e da sedimenti fluvioglaciali wurmiani. Gli spessori sono limitati. È formata da sedimenti grossolani permeabili che mostrano una diminuzione di granulometria da nord (ghiaia – alta pianura) a sud (sabbie e ghiaie – media pianura).
- Unità a conglomerati e fluvioglaciale (Mindel- Riss). L'unità è costituita da una successione di conglomerati a ghiaie a diverso grado di cementazione, con scarse intercalazione argillose. Da Nord a sud si osserva una graduale diminuzione degli orizzonti conglomeratitici, sostituiti da sabbie e ghiaie. L'unità può raggiungere spessori superiori ai 50 m ed è sede di falde a buona produttività.
- Unità Villafranchiana. Rappresenta il substrato poco permeabile degli acquiferi superficiali più produttivi; è costituita da depositi continentali formati da limi, limi sabbiosi e argillosi con intercalazioni di sabbie e rare ghiaie. E presente a profondità in genere elevate.

La falda mostra un andamento NE- SW verso il fiume Mella. Il sito in esame si colloca all'esterno delle aree di salvaguardia dei pozzi ad uso acquedotti stico idropotabile.

Dalla Carta idrogeologica allegato allo studio geologico comunale si evince un'oscillazione piezometrica relativa ai massimi (Gennaio 1994) e minimi (Maggio 1990) di circa 8- 10 m, con falda posta a circa 40- 45 m dal pc.

Di seguito si riporta la stratigrafia dei pozzi n. 41 – 42 e 66 (evidenziati in carta), tratto dallo studio geologico comunale del 1996 (nota si riportano i primi 30 metri).

Pozzo 42 – Piscina Mompiano		
Da (m)	A (m)	Descrizione
0.00	17.00	Ghiaia asciutta sporca
17.00	18.00	Ghiaia e sabbia con acqua
18.00	27.00	Argilla con ciottoli
27.00	39.00	Ghiaia e sabbia con acqua
Pozzo 41 - Casazza		
0.00	3.00	Argilla mista a sassi
3.00	18.00	Ghiaia sporca ed argilla
18.00	19.00	Argilla rossa con filtrazioni
19.00	30.50	Ghiaia mista ad argilla
Pozzo 66 – Fonderie Forelli		
0.00	4.00	Argilla
4.00	35.00	ghiaia
LS= 46; LD= 48; Q= 10 l/s - Anno 1977		



110 — Isofreatica (con quota in m s.l.m.) relativa al Gennaio '94, momento di massimo piezometrico per il periodo 1985 - 1996 oggetto di analisi.

110 — Isofreatica (con quota in m s.l.m.) relativa al Maggio '90, momento di minimo piezometrico per il periodo 1985 - 1996 oggetto di analisi.

Area con soggiacenza della falda freatica inferiore ai 5 m (delimitazione effettuata sulla base dei dati freaticimetrici del Gennaio '94, momento di massimo piezometrico per il periodo 1985 - 1996 oggetto di analisi).

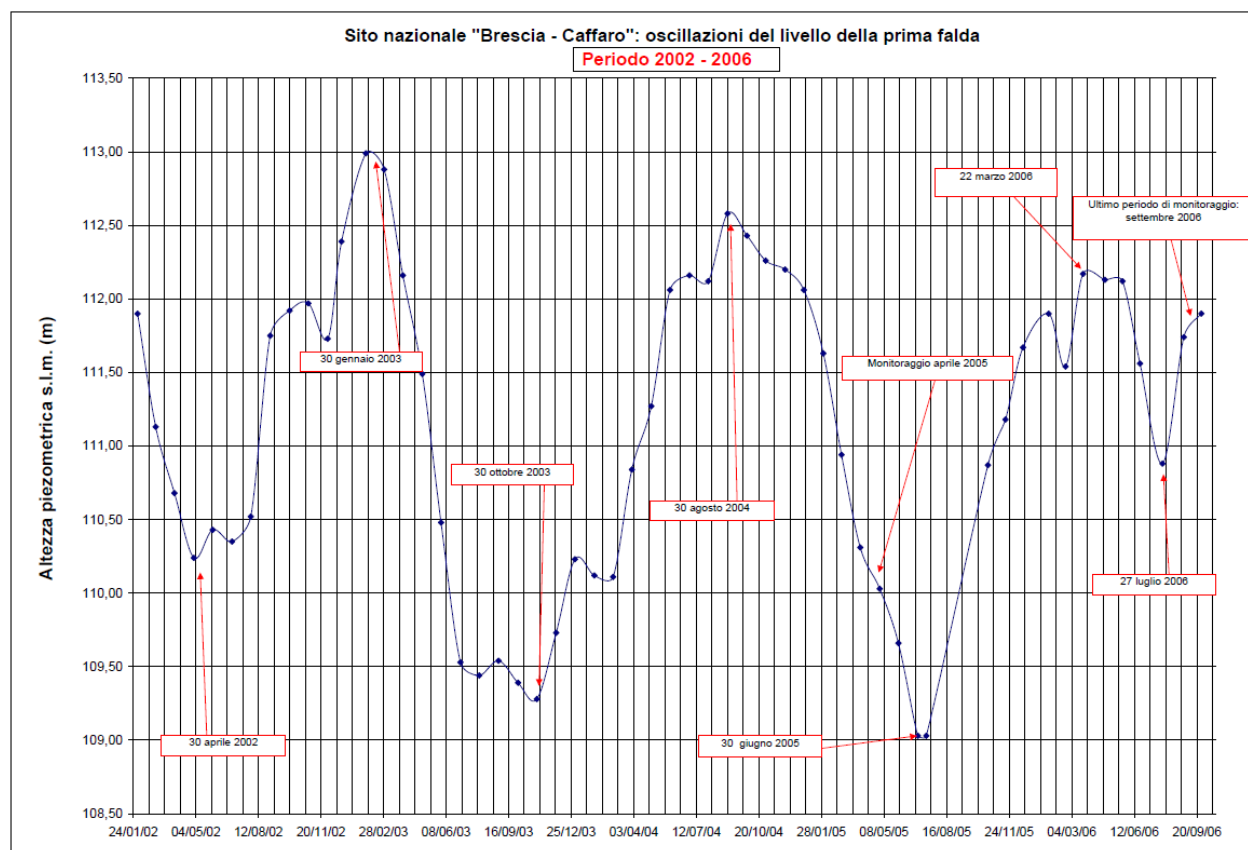
○ a ○ b ○ c ○ d Pozzo (a = ad uso acquedottistico; b = pubblico dismesso; c = privato; d = privato di cui non si dispone di stratigrafia).
I pozzi contrassegnati dal simbolo ◇ appartengono alla rete di monitoraggio dell'ASM di Brescia; di quelli contrassegnati dal simbolo ▲ sono disponibili dati piezometrici dal 1973 al 1995.

♀ Fontanile o risorgiva.

♀ Ubicazione indicativa di fontanile ormai inattivo.

Figura 10: Carta idrogeologica – estratto Carta idrogeologica PRG di Brescia

L'area in esame è inserita dallo studio geologico nelle aree con soggiacenza della falda < 5 m. I dati disponibili collocano la prima falda ad una profondità di circa 40- 45 metri dal pc. In sede d'indagine non è stata rilevata la presenza di falde sospese nella profondità d'indagine (si rimanda ai capitoli successivi). Si precisa comunque che tali falde sono soggette ad oscillazioni stagionali.



198	BRESCIA	SPEDALI CIVILI 2	ASM	1595952	5045659	Pozzo dell'acquedotto
-----	---------	------------------	-----	---------	---------	-----------------------

Tabella 4: quote piezometriche

Codice	Denominazione	Soggiacenza (m)	Quota della falda (m s.l.m.)
198	SPEDALI CIVILI 2	44,32	117,15

Figura 11: Estratto "Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei – Sito nazionale Caffaro" Arpa 2006

6. ELEMENTI IDROGRAFICI

L'elemento idrografico più significativo è rappresentato dal Fiume Mella che scorre circa 800 metri a Ovest del sito.

Non si segnalano interferenze con il reticolo idrico del comune di Brescia.

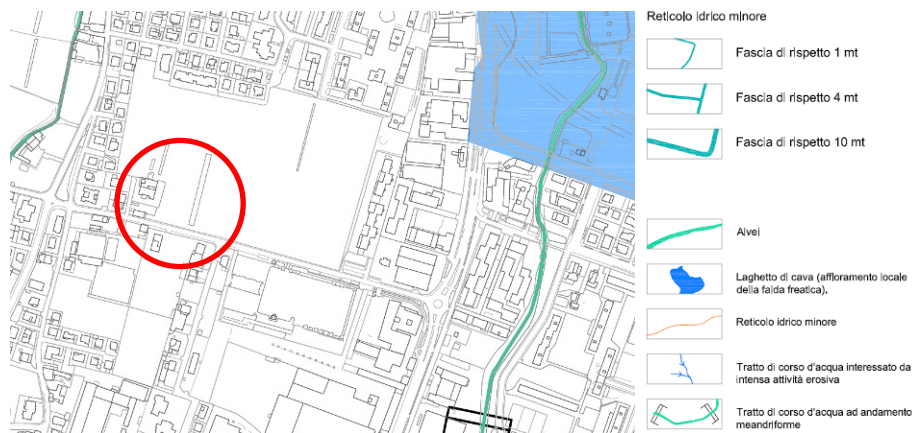


Figura 12: Estratto Tavola idrografica dello studio geologico comunale di Brescia

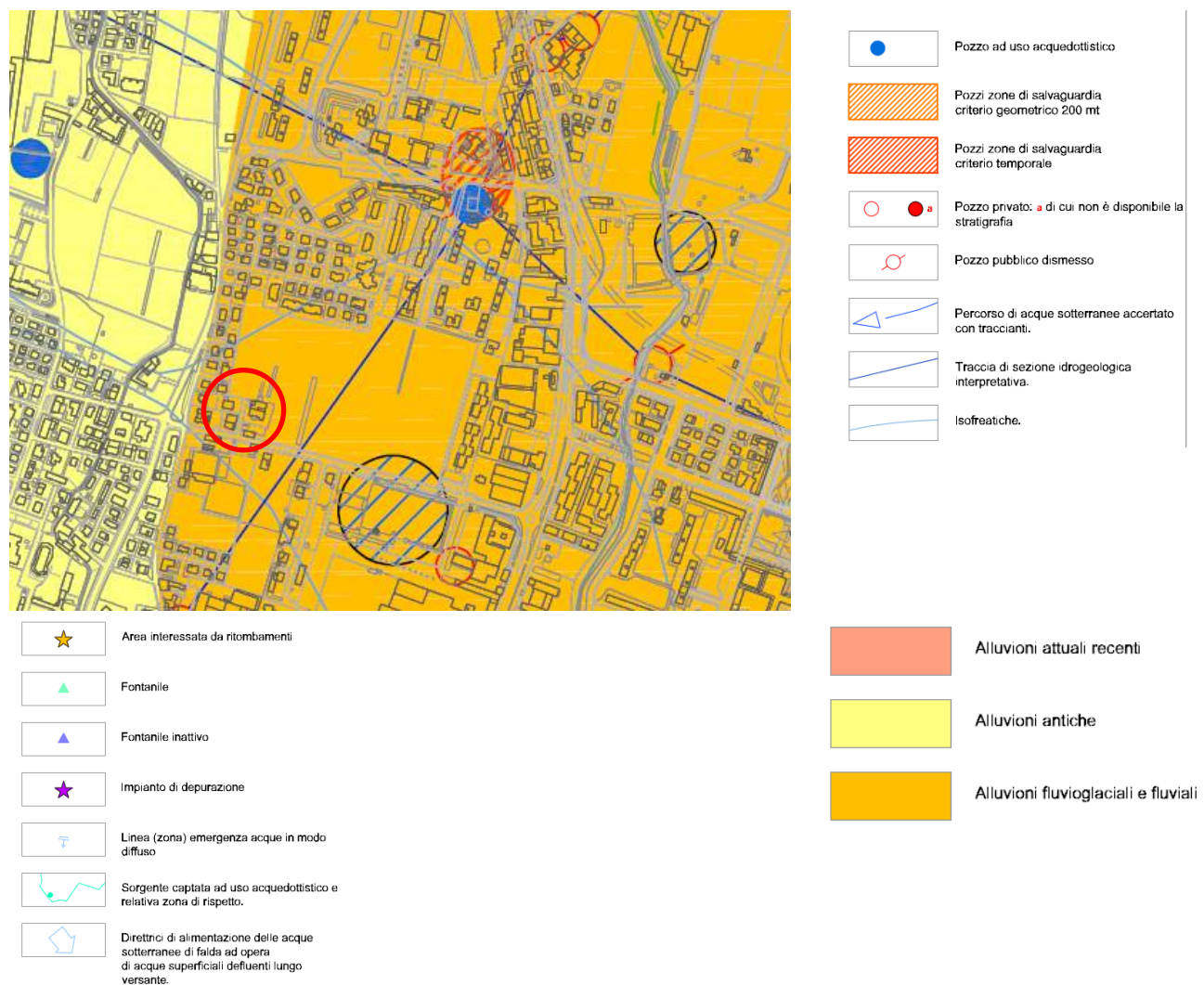


Figura 13: Estratto Tavola ALall04d- Carta idrogeologica della Componente geologica del PGT di Brescia

Il sito in esame si colloca all'interno delle aree alluvionabili cartografate dalla Direttiva alluvioni 2007/60 CE a pericolosità RP Scenario raro coincidente con la fascia C del PAI.

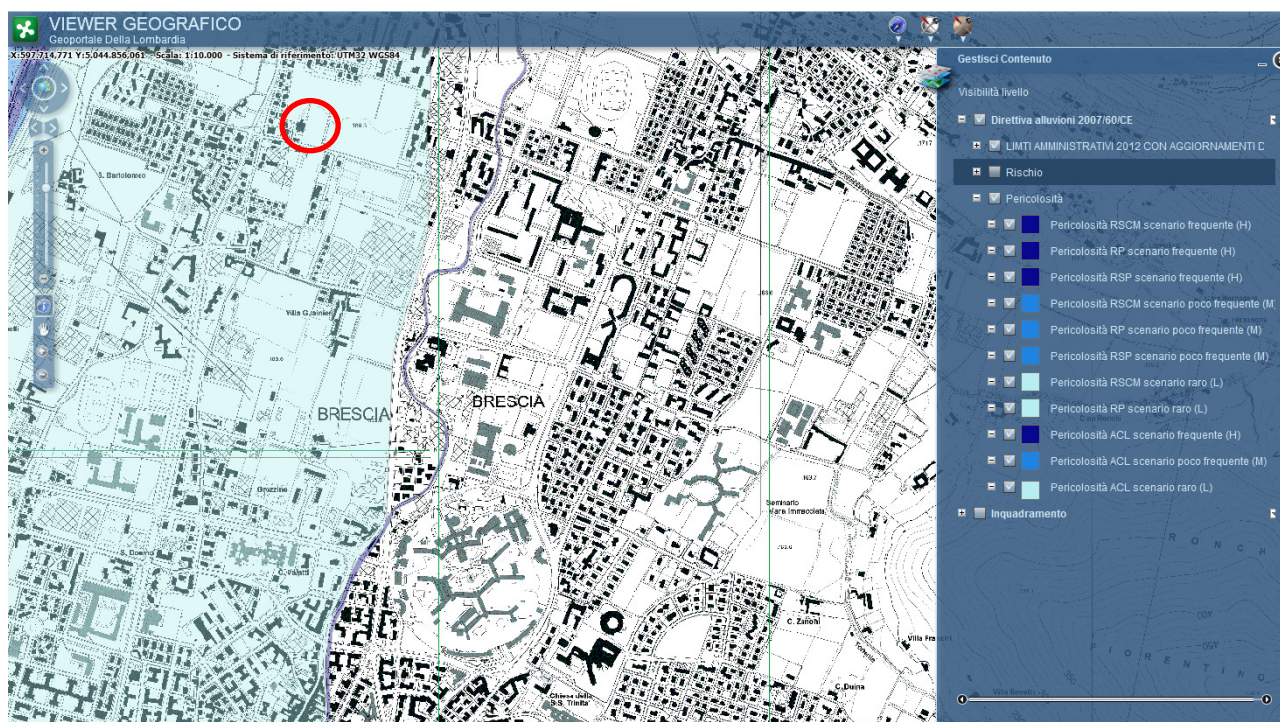


Figura 14: Estratto Direttiva Alluvioni – Carta del Rischio e della Pericolosità.

Il PGRA distingue i seguenti scenari di pericolosità:

- Aree P3 (H nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti = TR 30 – 50 anni.
- Aree P2 (M nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti = TR 100 – 200 anni.
- Aree P1 (L nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare = TR fino a 500 anni

Il sito in esame viene inserito nello scenario di pericolosità P1 – alluvioni rare potenzialmente interessate da eventi alluvionali con tempi di ritorno superiori a 200 anni (fino a 500 anni).

Nel 2005 l'AdBPo ha eseguito uno studio idraulico di approfondimento sulle aste dell'Oglio e del Mella denominato "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica: - del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza; - del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio; del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio.

Lo studio suddivide il corso del Mella in diversi settori. Il comune di Brescia è compreso all'interno dei tratti:

- Tratto ME-3, da Cailina (Villa Carcina) a Brescia.
- Tratto ME-4, da Brescia a Fenile Mella.

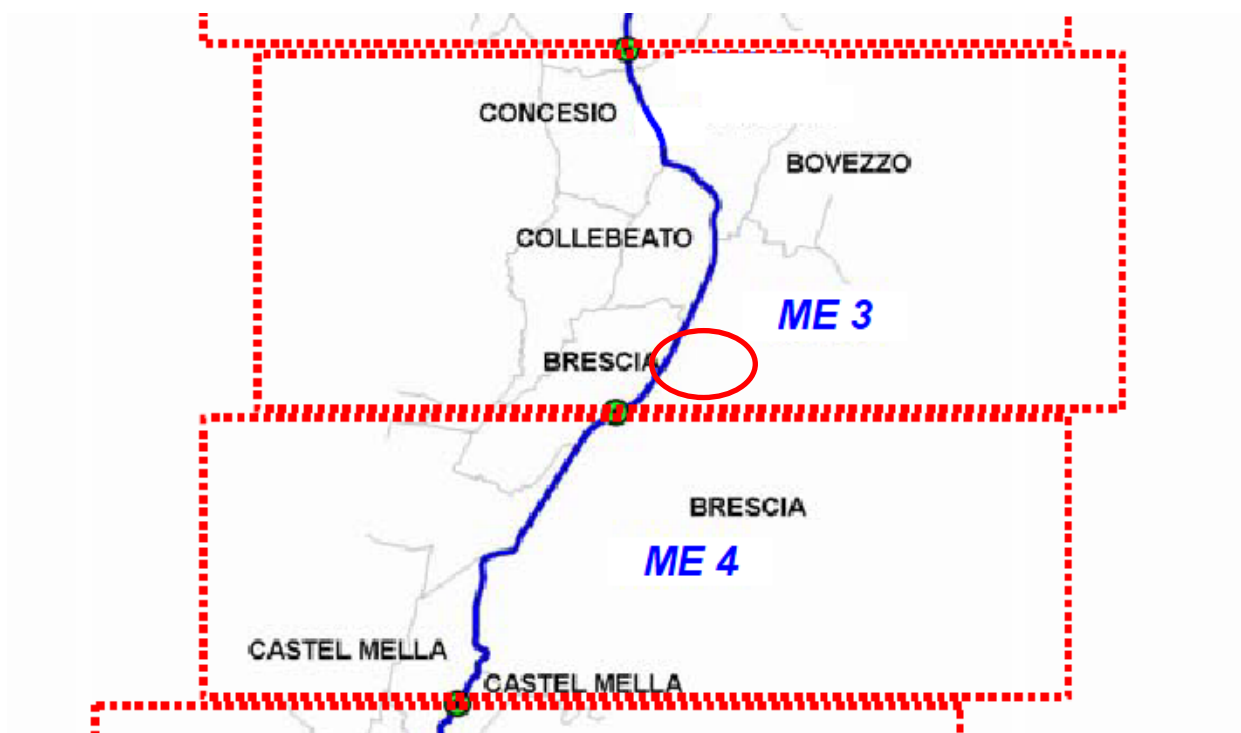


Figura 15: Suddivisione del Fiume Mella in tratti omogenei.

Di seguito si riporta la descrizione dei due tratti citati.

Tratto ME-3, da Cailina (Villa Carcina) a Brescia

Nel tratto III, compreso tra Cailina (Comune di Villa Carcina, sezione ME-77) e Brescia, località Seda Buoni (sezione ME-64), l'alveo scorre rettilineo in un fondovalle montano ampio. A differenza dei tratti precedenti quello in oggetto risulta arginato per lunghi tratti. Le piene si originano attraverso i contributi di bacini montani direttamente afferenti all'asta e attraverso l'immissione di alcuni torrenti e si propagano all'interno dell'alveo principale e nel piano campagna, in destra e in sinistra idraulica; in corrispondenza della sezione ME-67M si ha, in sinistra idraulica, l'immissione dello scaricatore delle piene del fiume Garza. La capacità di deflusso di tale tratto è molto variabile, ma i tratti in cui si originano esondazioni, che si propagano poi per vaste aree in seguito alla pendenza del piano ≥ 20 anni. Tale capacità è notevolmente influenzata dalla presenza di alcuni manufatti interferenti (ponti e traverse) che ne riducono l'entità rispetto alla capacità intrinseca dell'alveo. Le aree di allagamento sono diffuse, in alcuni tratti ampie ed in altri ridotte, ed interessano prevalentemente terreni destinati ad uso agricolo ed alcune aree residenziali (località Cailina in comune di Villa Carcina e in comune di Concesio lungo l'intero corso del fiume, soprattutto nel tratto compreso tra il ponte della SP19 e la località Daina).

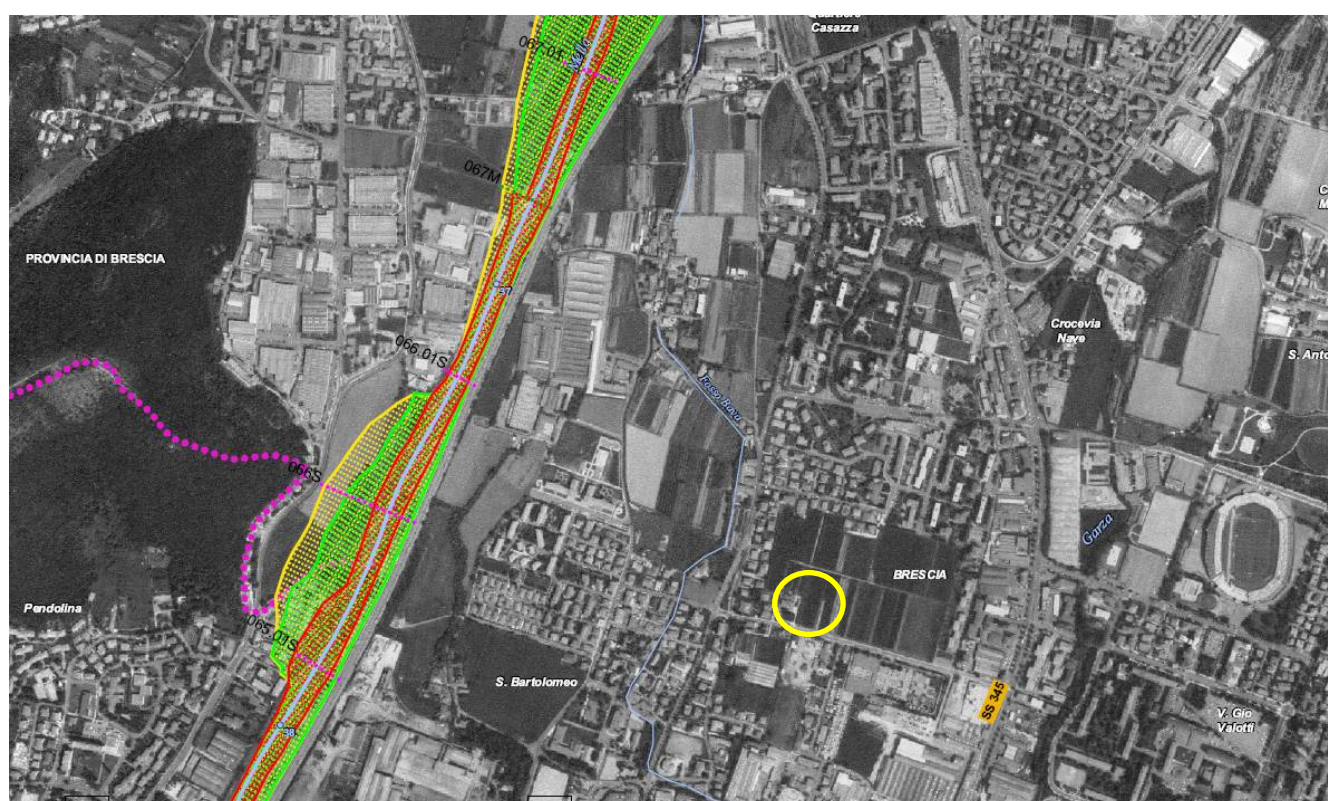
Il modello considerato ai fini della modellizzazione idraulica del presente tratto è composto da 71 sezioni di cui 33 rilevate e 38 utili alla rappresentazione dei manufatti (ponti e traverse), per una lunghezza complessiva di circa 8,8 km. Il dislivello complessivo è pari a circa 78 m e la pendenza media è pari a 0,9%. La presenza di arginature separa idraulicamente il deflusso dell'alveo principale dal deflusso nelle aree di espansione laterale; l'instaurarsi in tale tratto di tre correnti (alveo principale, area di espansione in sinistra e in destra) ha portato a schematizzare il sistema attraverso un modello idraulico di tipo quasi-bidimensionale.

Tratto ME-4, da Brescia a Fenile Mella (Castel Mella)

Il tratto IV, compreso tra Brescia (sezione ME-64) e Fenile Mella (Comune di Castel Mella, sezione ME-54), presenta un alveo rettilineo che scorre in un terreno pianeggiante fortemente urbanizzato. Come il tratto

precedente, si ha la presenza diffusa di argini lungo entrambe le sponde. A causa delle caratteristiche del bacino pianeggiante afferente e della presenza di estese arginature, in tale tratto non si hanno cospicui incrementi della portata di piena. All'interno del tratto in esame la piena si propaga unicamente all'interno dell'alveo principale, in quanto la capacità di deflusso è tale da permettere il deflusso delle portate di piena con tempo di ritorno pari a 500 anni (portate dell'ordine di 650 m³/s), senza dare origine ad allagamenti. Per tale motivo l'intero tratto è stato utilizzato uno schema idraulico monodimensionale. Il modello del presente tratto è composto da 43 sezioni di cui 22 rilevate e 21 utili alla rappresentazione dei manufatti (ponti e traverse), per una lunghezza complessiva di circa 8,6 km. Il dislivello complessivo è pari a circa 48 m e la pendenza media è pari a 0,5%.

L'area in esame si colloca nel tratto ME-3 tra le sezioni 66.01s e 65.01a, in linea con sezione n. 66s.



AREE DI ALLAGAMENTO

- Limite aree allagabili per piena con Tr = 20 anni
- Limite aree allagabili per piena con Tr = 200 anni
- Limite aree allagabili per piena con Tr = 500 anni
- Aree di allagamento Tr = 20 anni
- Aree di allagamento Tr = 200 anni
- Aree di allagamento Tr = 500 anni

RETICOLO IDROGRAFICO E RILIEVI TOPOGRAFICI

- Corso d'acqua
- km
- Progressive
- 003 Rilievi sezioni naturali
- 001P Rilievi opere

INFORMAZIONI CARTOGRAFICHE DI BASE

- Confini provinciali
- Confini comunali
- Toponimi delle province
- Toponimi dei comuni
- Toponimi delle località
- Autostrade
- Strade
- Ferrovie

Figura 16: Estratto studio di fattibilità – tavola ME-16 Cartografia di delimitazione delle aree allagabili.

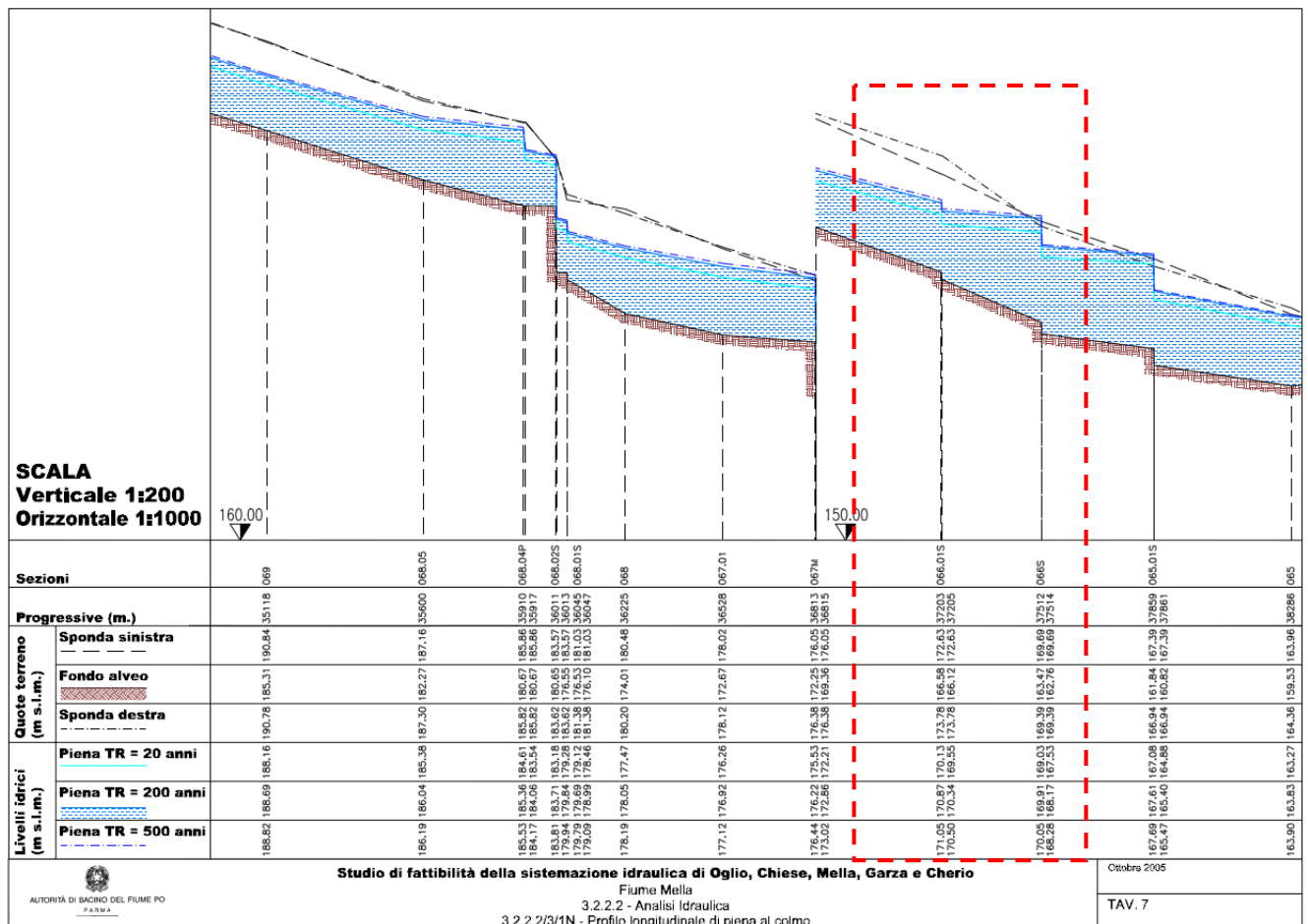


Figura 17: Estratto studio di fattibilità – Profilo longitudinale di piena al colmo – Quadro A3-8 sez 64- 61.

Sezione	Progr. (m)	Descrizione	Livelli T=20 [m s.m.]	Portata T=20 [m³/s]	Livelli T=200 [m s.m.]	Portata T=200 [m³/s]	Livelli T=500 [m s.m.]	Portata T=500 [m³/s]
145P	14687	ponte comunale Tavernole sul Mella	430,11	202	430,93	313	431,24	360
124P	19975	ponte comunale Marcheno	353,37	216	354,21	336	354,61	386
116P	21743	ponte comunale Gardone V. Trompia	332,78	224	334,83	345	335,65	394
102	24267	Sarezzo	297,66	241	298,47	373	298,74	428
099P	24966	ponte SS345 Sarezzo	290,31	247	290,97	382	291,21	436
085P	28224	ponte SS345 Villa Carcina	256,37	288	257,83	439	258,34	501
77	30344	Villa Carcina	231,40	293	232,26	457	232,53	519
071.02P	32613	ponte SP 19 Concesio	210,55	300	211,00	447	211,11	525
068.04P	35914	ponte Stocchetta Brescia	184,61	307	185,36	439	185,53	482
64	39163	Brescia	154,83	375	155,74	538	155,97	583
060.01P	42628	ponte FS Mi-Ve Brescia	132,62	381	133,41	550	133,62	596
058.01P	44040	ponte A4 Brescia	124,60	380	125,39	549	125,59	595

Figura 18: Estratto studio di fattibilità – Tiranti idrici e portate di piena.

Lo studio di dettaglio eseguito dall'AdBPo porta alle seguenti conclusioni:

Tratto ME-3, da Cailina (Villa Carcina) a Brescia – a monte del sito in esame

Nel tratto ME-3, compreso tra Cailina (Comune di Villa Carcina) e Brescia, località Seda Buoni, le aree allagabili sono diffuse, in alcuni tratti ampie ed in altri ridotte, ed interessano prevalentemente terreni destinati ad agricoltura ed alcune aree residenziali.

In particolare le esondazioni si possono verificare nelle seguenti zone:

- a Villa Carcina, località Carlina, tra le sezioni ME-77 e ME-74, a causa dell'effetto combinato della briglia posta alla sezione ME-75S e dei ponti posti alle sezioni ME- 76P (tracimato) e ME-75.1P (in pressione); l'esondazione si sviluppa in sinistra ed in destra idraulica, interessando una zona soggetta a diversi usi (residenziale, industriale e agricolo);
- a Concesio, a Collebeato e a Brescia (zona limitata in località Stocchetta), nel tratto compreso tra le sezioni ME-73 e ME-67M (a monte della confluenza dello scolmatore del Garza). I punti in cui si verificano insufficienze sono in corrispondenza delle tre traverse localizzate rispettivamente nelle sezioni ME-72.03S, ME-69.02S e ME- 68.02S: i volumi idrici che esondano in tali punti (pari a circa 400'000 m³) si propagano lungo il piano campagna in quanto lo stesso è caratterizzato da una pendenza tale da permettere il deflusso. Inoltre la possibilità che le aree esondate restituiscano parte della portata verso il corso d'acqua è impedita per lunghi tratti dagli argini del Mella, almeno fino alla sezione ME-67M; l'esondazione interessa terreni ad uso residenziale ed agricolo;
- a Collebeato e Brescia, tra le sezioni ME-66.01S e ME-64.01P, a causa dell'interferenza delle briglie poste alle sezioni ME-66S, ME-65.01S, ME-64.03S e ME-64.02S, combinata con il rigurgito del ponte posto alla sezione ME-64.01P, che innalzano i livelli al di sopra delle quote spondali ed arginali. L'area di allagamento interessa una porzione limitata del piano campagna circostante ad uso residenziale.

Dallo studio è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- Eventuali esondazioni a monte per $T = 500$ anni interessano esclusivamente aree limitrofe al Mella a destinazione varia. Non è evidenziata alcuna propagazione del fenomeno verso valle che interessi il sito in esame.
- Nel tratto in esame l'alveo del Mella risulta in grado di smaltire la portata di piena attesa per $T = 500$ anni, con esondazioni esclusivamente in sponda destra.

In sintesi lo studio di dettaglio esclude il sito in esame dalle aree potenzialmente allagabili con $T = 500$ anni.

Sulla base dei dati disponibili, in particolare dei risultati dello studio di fattibilità AdBPo, e considerando il carattere eccezionale degli eventi in gioco ($200 \text{ anni} < T < 500 \text{ anni}$) si può ritenere l'intervento in progetto dal punto di vista idraulico compatibile con lo scenario di rischio individuato.

Si ritiene comunque doveroso prescrivere la necessità che, in caso di situazioni di pre- emergenza e di allarme decretati a seguito di situazioni di criticità del Mella, venga posta particolare attenzione alle comunicazioni diramate dalle Autorità competenti, dandone piena attuazione.

In questa sede si ritiene doveroso formulare le seguenti precisazioni in merito alla presente analisi:

- Trattandosi di un'analisi puntuale, le considerazioni sopraesposte sono state formulate sulla base dei dati disponibili in letteratura, ed in particolare dello studio di fattibilità redatto dall'Autorità di Bacino che esclude l'area in esame da quelle allagabili per $T = 500$ anni.
- Il potenziale allagamento dell'area è condizionato dall'assetto urbanistico delle aree a monte e risente di qualsiasi modifica morfologica e/o della destinazione d'uso del suolo che possa alterare le modalità di deflusso della piena (sia in alveo che nelle aree golenali/ allagabili).

7. RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA

7.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La DGR n. X/2129 del 14 Luglio 2014 la Regione Lombardia ha riclassificato il comune inserendolo in zona sismica 2. Nella tabella seguente si riportano i valori di accelerazione (ag max) previsti dalla DGR X/2129/2014 per il comune in esame.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03017029	BS	BRESCIA	2	0,154219

Figura 19- Estratto DGR . X/2129/2014

Con l'entrata in vigore del DM 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, tramite l'allegato B al DM vengono fornite tabelle con i parametri che definiscono l'azione sismica relativamente ad un reticolo di riferimento da cui è possibile derivare i valori per ogni punto indagato.

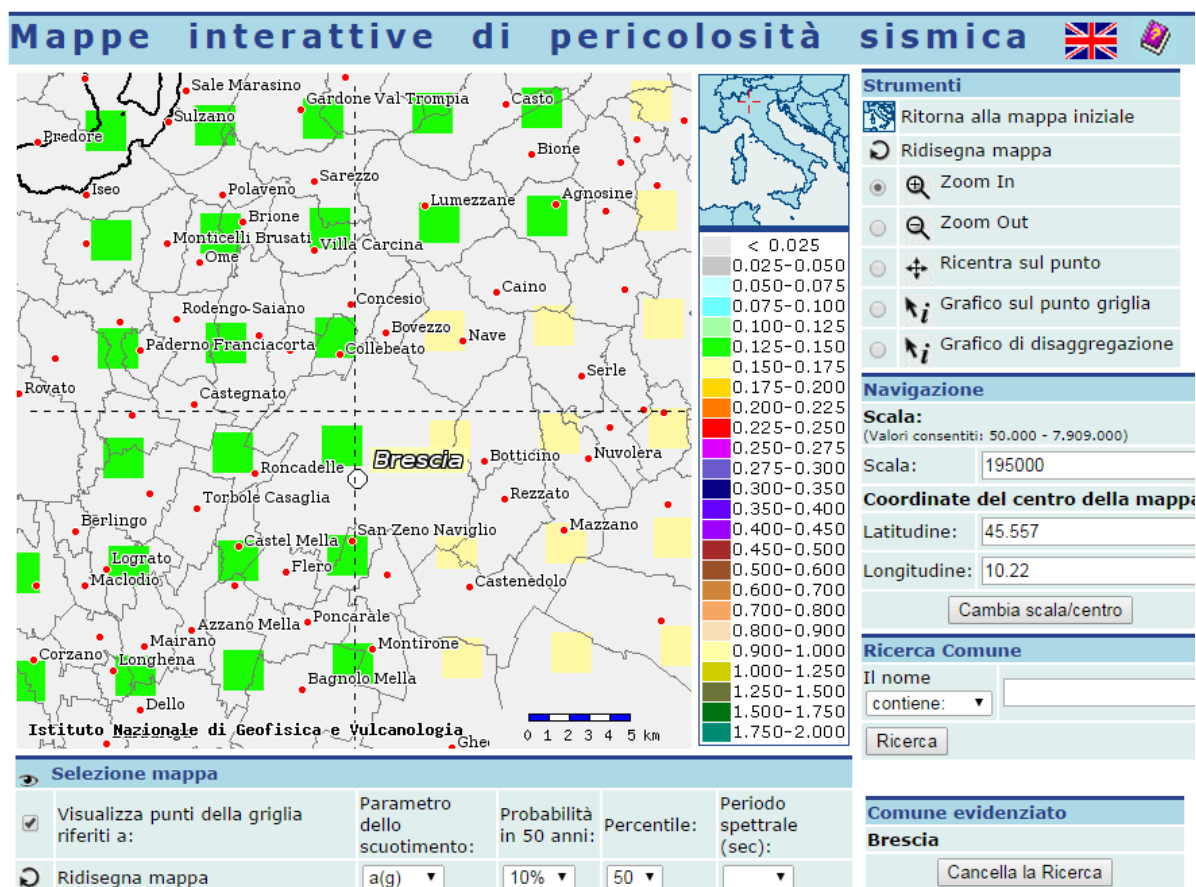


Figura 20- Estratto Mappa interattiva di pericolosità sismica dal sito web INGV
(<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

8. SISMOTETTONICA

Nel presente paragrafo si evidenzia quanto riportato dal DISS (database of Individual Seismogenic Sources) elaborato dall'Istituto Nazionale Geofisica che fornisce informazioni sulla faglie attive in Italia. Tale database evidenzia che il sito in studio si colloca sulla sorgente sismo genetica ITCS010: Western S-Alps internal thrust.

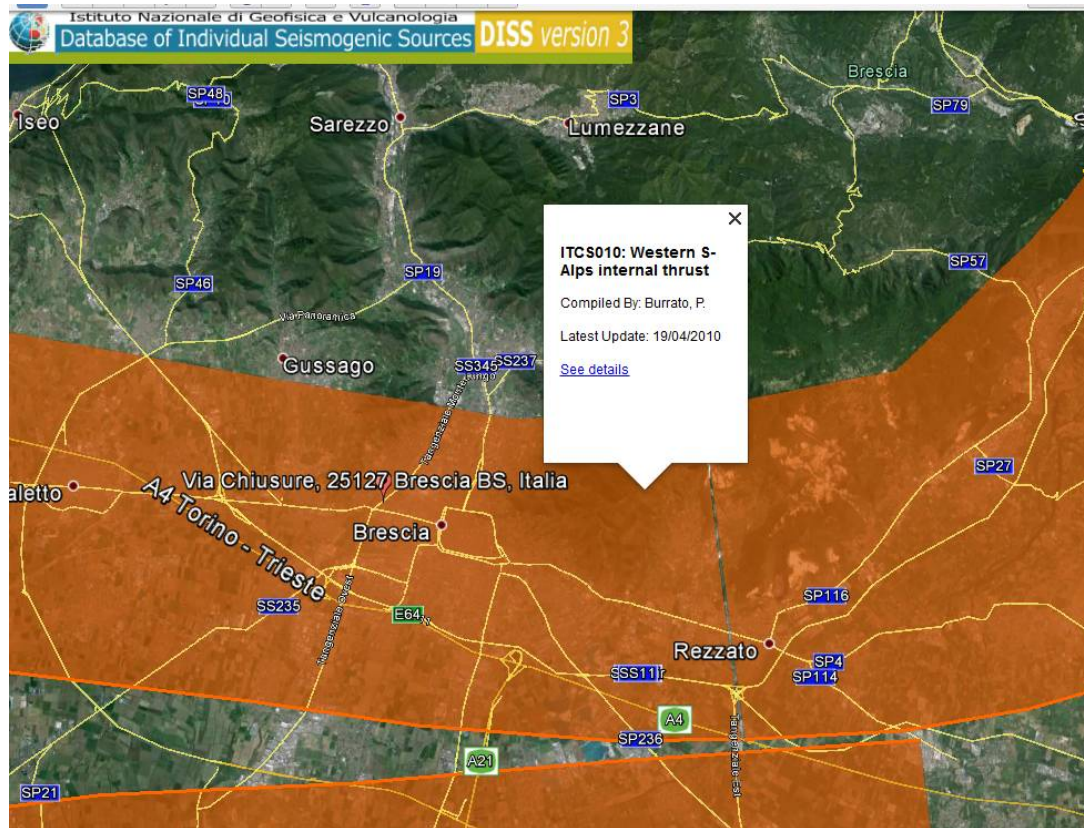


Figura 21- Estratto DISS – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

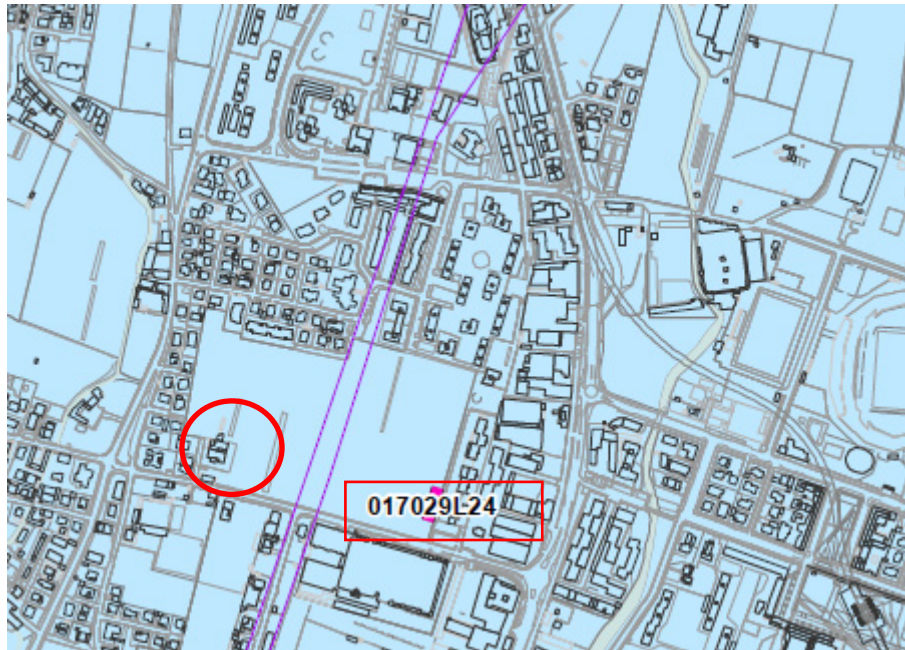
Nella figura seguente si riportano in dettaglio le caratteristiche della zona sismo genetica precedentemente citata tratta dal DISS.

		DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS010 - Western S-Alps internal thrust			
Source Info Summary		Commentary		References	
				Pictures	
General information					
Code	ITCS010				
Name	Western S-Alps internal thrust				
Compiled By	Burrato, P.				
Latest Update	19/04/2010				
Parametric information					
	Parameter	Qual. Evidence			
Min Depth (km)	5	OD Based on geological data from various authors.			
Max Depth (km)	10	OD Based on geological data from various authors.			
Strike (deg)	265 - 295	OD Based on geological data from various authors.			
Dip (deg)	25 - 45	OD Based on geological data from various authors.			
Rake (deg)	80 - 100	EJ Inferred from geological data.			
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.			
Max Magnitude (Mw)	5.5	EJ Assigned on the basis of conservative criteria.			
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement				

Figura 22- Estratto DISS – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)- Zona simogenetica ITCS072

8.1. SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA

Nella carta della pericolosità sismica locale l'area in esame è inserita nello scenario Z4a: Zone di fondovalle e/o di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali.



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - 1° LIVELLO

LEGENDA

Instabilità

- Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi.
- Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti.
- Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana.

Amplificazioni topografiche

- Z3a - Zona di ciglio $H > 10$ m.
- Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo.

Amplificazioni litologiche

- Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.
- Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale.

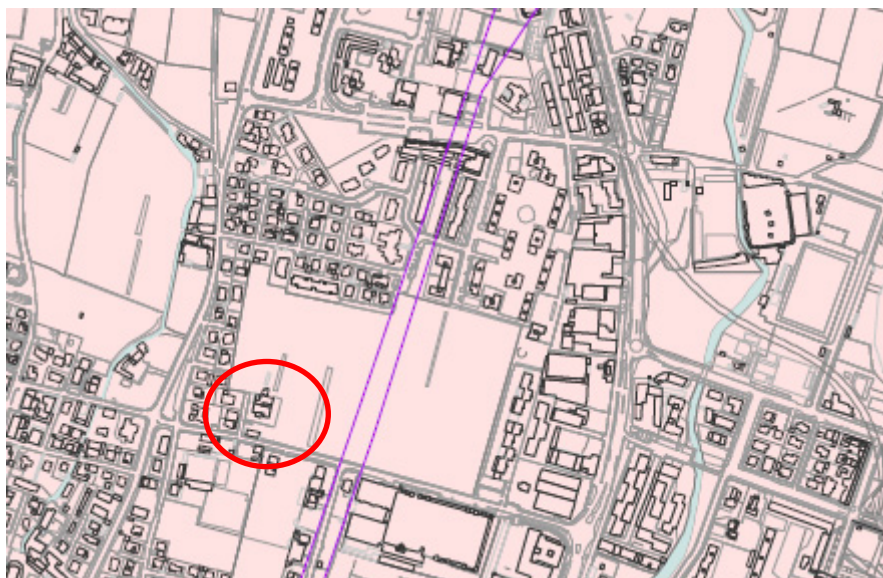
Comportamenti differenziali

- Z5 - Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti.

..... Traccia sezione topografica

— Stendimento indagine sismica

Figura 23- Estratto Carta della pericolosità sismica locale 1° livello Tav V-ALaI04G- Studio geologico comunale.



Scenari per i quali risulta un F_a maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

 **Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B:** in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

 **Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C:** in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Figura 24- Estratto Carta della pericolosità sismica locale 2° livello Tav V-ALaI04H- Studio geologico comunale.

Per l'area in esame l'approfondimento di II° livello eseguito nell'ambito dello studio geologico comunale ha evidenziato dei valori di $FAC > FAS$.

In tale situazione, in applicazione a quanto previsto dalla Dgr 2616/2011, è necessario utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. Nello specifico essendo il sito inserito nello scenario Z4a- Categoria di sottosuolo identificata B, si dovrà in fase di progettazione utilizzare la C.

Di seguito si riportano alcuni estratti dello studio geologico comunale relativi ai risultati dell'indagine MASW eseguita in prossimità del sito nello stesso scenario di pericolosità sismica (017029L24).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'aggiornamento dello studio geologico redatto a supporto della variante al PGT dal Geol. Gasparetti e dal geol. Quassoli.

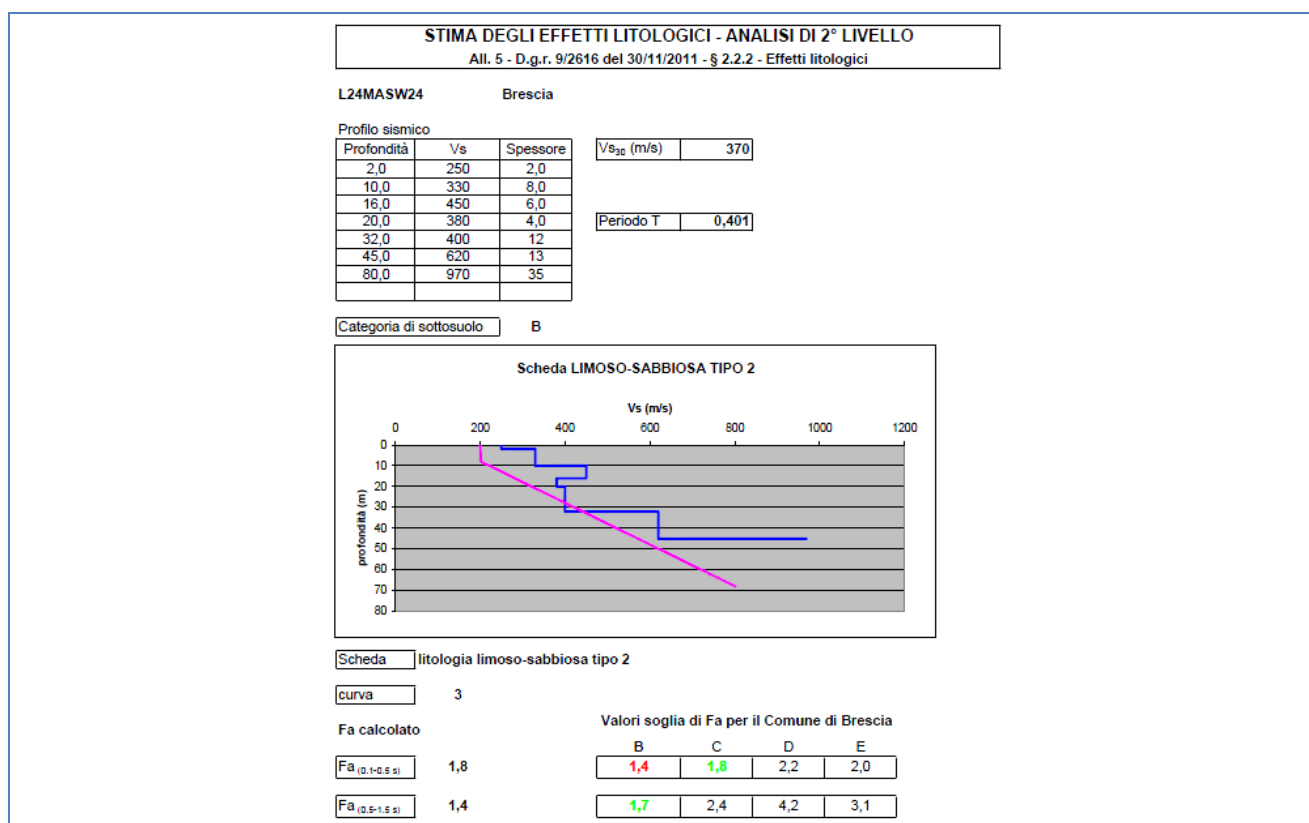


Figura 25 Approfondimento sismico II° livello- estratto dallo studio geologico comunale.

8.2. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE E TOPOGRAFICA

Sulla base dei dati disponibili e degli approfondimenti di II° livello riportati nello studio geologico comunale, si attribuisce ai terreni di fondazione **la categoria C**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Figura 26: Estratto categorie di sottosuolo DM 14/01/2008

La categoria topografica definita in base al D.M. 14/01/08 è **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$) cui corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione topografica **ST pari a 1**.

Via n°

Comune Cap

Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Cerca

Isole

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Cu = 1

Vita nominale

(Opere provvisorie <= 10, Opere ordinarie >= 50, Grandi opere >= 100)

Interpolazione

Calcola

☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati del sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,041	2,478	0,213
Danno (SLD)	50	0,054	2,452	0,232
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,149	2,428	0,278
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,193	2,445	0,283
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,48	1,42
Cc * Coeff. funz categoria	1,75	1,70	1,61	1,59
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,016	0,053	0,066
kv	0,006	0,008	0,026	0,033
Amax [m/s²]	0,597	0,799	2,158	2,682
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Figura 27: Estratto parametri sismici – Geostru – ABITAZIONE – CLASSE II.

Via n°

Comune Cap

Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Isole

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Cu = 0,7

Vita nominale

(Opere provvisorie <= 10, Opere ordinarie >= 50, Grandi opere >= 100)

Interpolazione

Calcola

☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati del sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,041	2,478	0,213
Danno (SLD)	35	0,044	2,470	0,218
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,129	2,422	0,272
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,169	2,436	0,279
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,45
Cc * Coeff. funz categoria	1,75	1,73	1,61	1,60
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,013	0,046	0,059
kv	0,006	0,007	0,023	0,029
Amax [m/s²]	0,597	0,652	1,896	2,408
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Figura 28: Estratto parametri sismici – Geostru – EDIFICIO AGRICOLO – CLASSE I.

9. RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE

9.1. INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA

Ai fini della ricostruzione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dell'area in oggetto, si è proceduto in data 30/11/2017 all'esecuzione delle seguenti indagini:

- N 3 prove penetrometriche dinamiche.
- N. 1 trincea con escavatore meccanico.

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione delle indagini eseguite su planimetria di progetto.

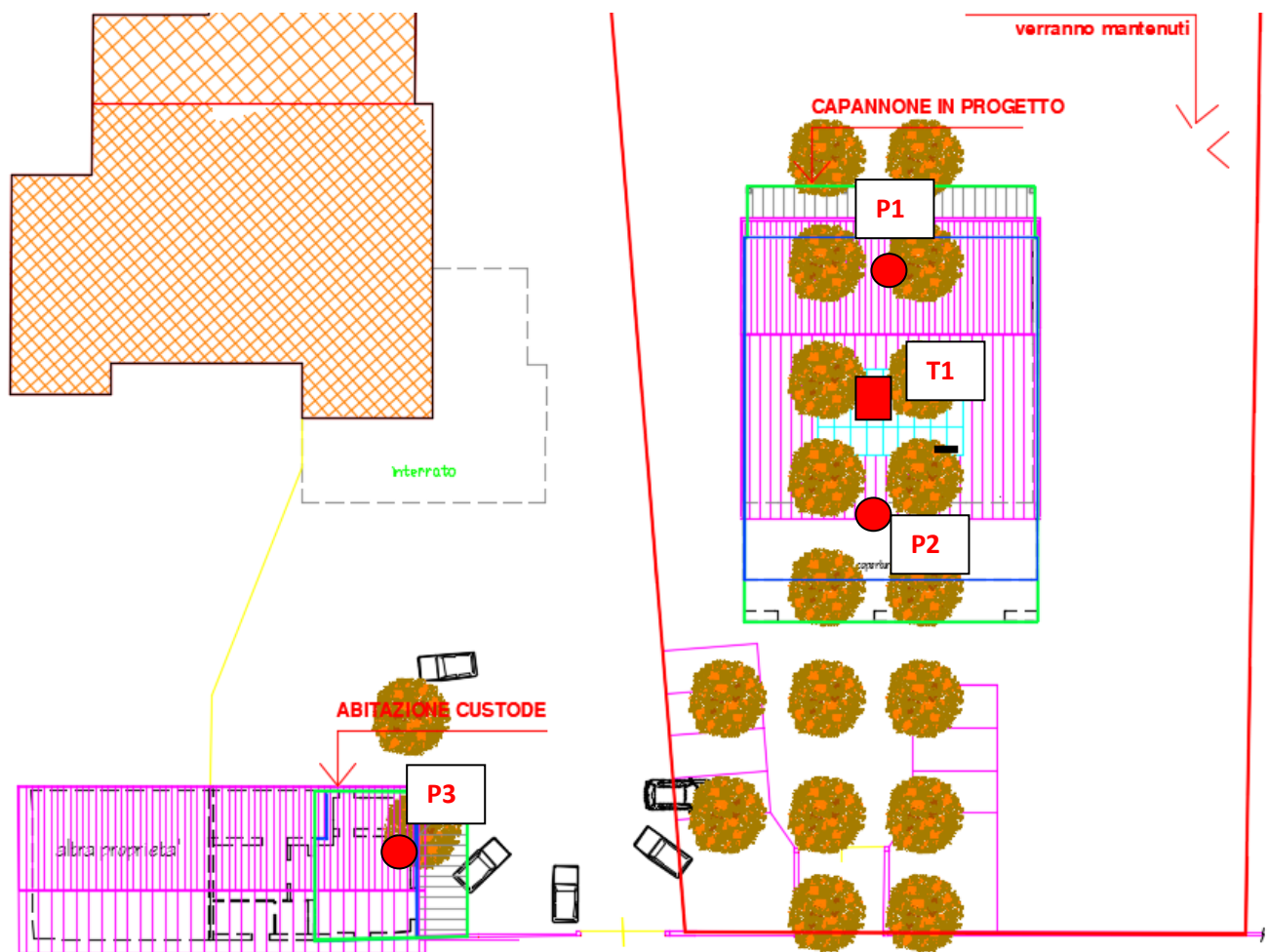


Figura 29: Ubicazione delle indagini su foto area (Pn= prova penetrometrica; Tn= trincea esplorativa)

Le indagini sono state ubicate in accordo con il progettista.

Si rimane a disposizione per ulteriori approfondimenti di indagine qualora il progettista lo ritenesse necessario.

9.1.1. INDAGINE PENETROMETRICA

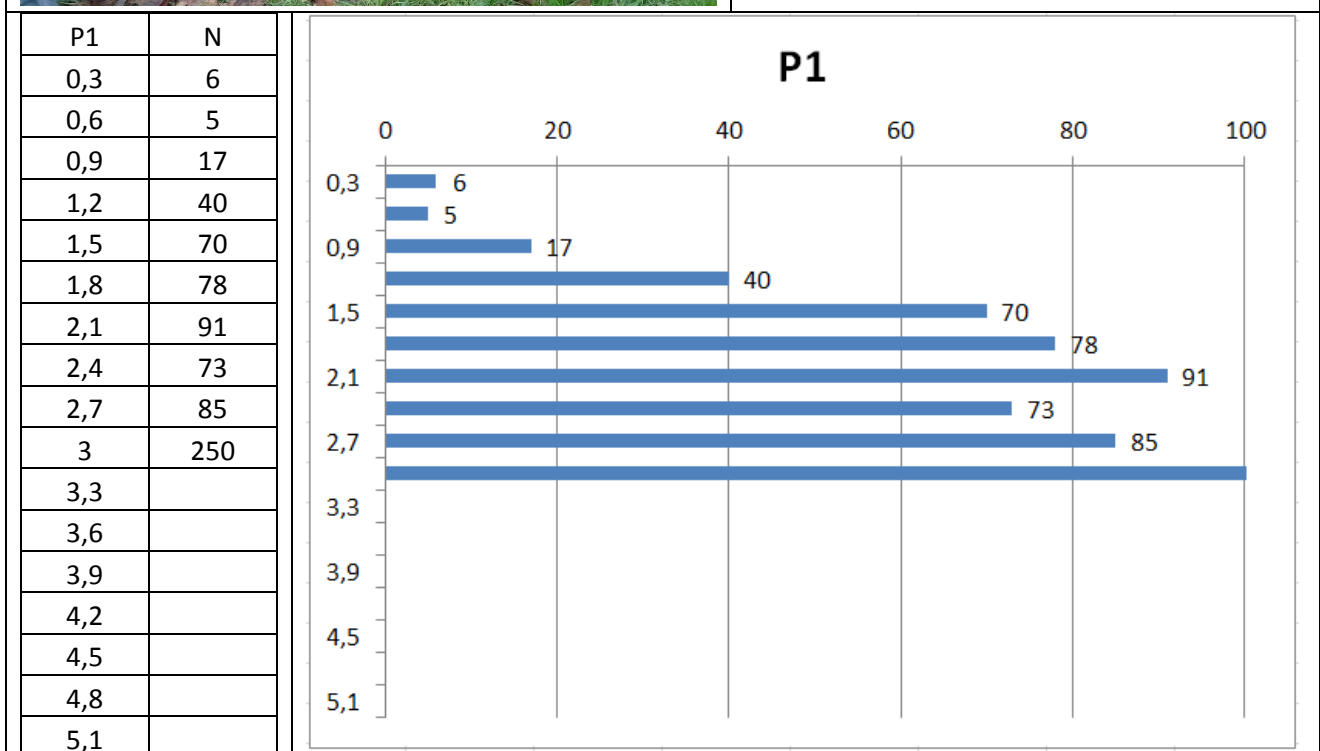
In data 30/11/2015 sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche SCPT tramite il penetrometro dinamico pesante semovente Deepdrill modello SCPT 73/75 SM, avente le seguenti caratteristiche:

- Massa battente: 73 kg;
- Altezza di caduta: 75 cm;
- Peso asta completa ($\varnothing$ 32x900 mm) - 6,2 Kg;
- Angolo punta: 60°.



Prova penetrometrica SCPT 1

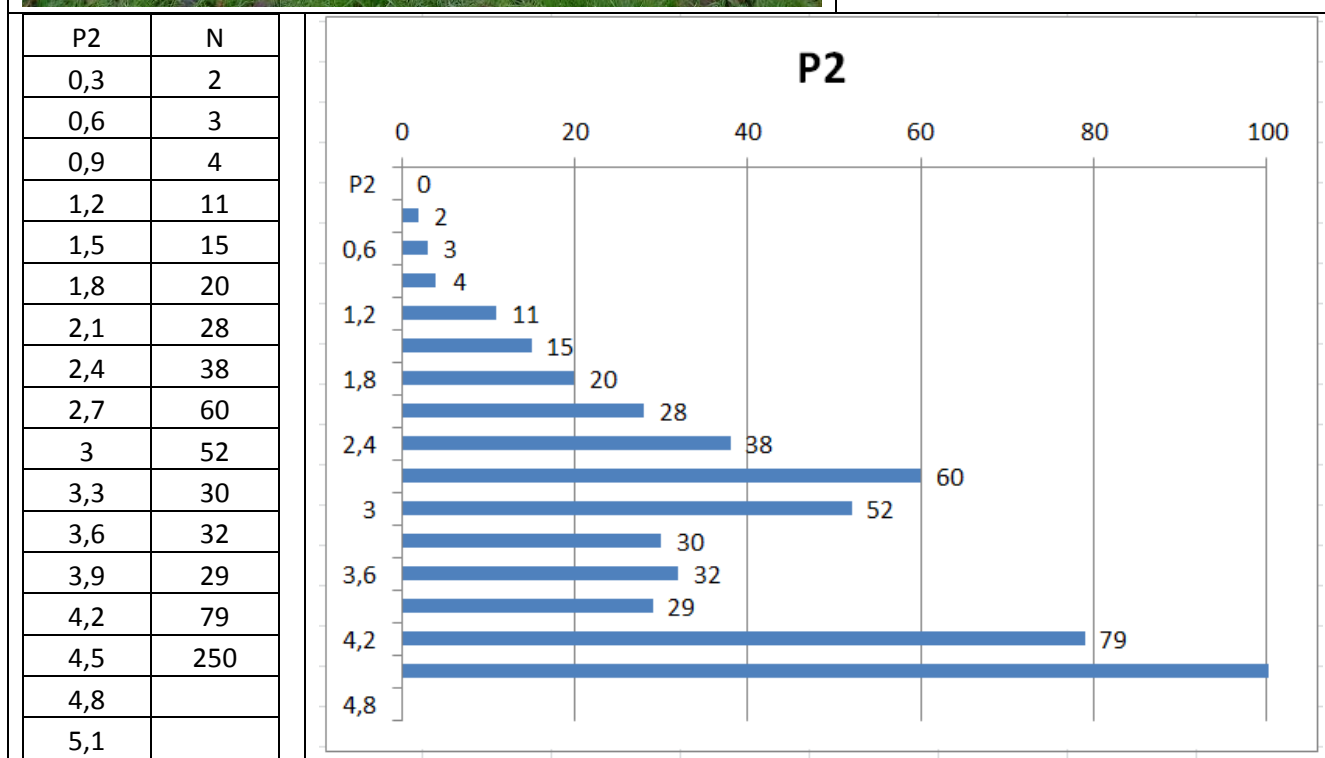
Data: 30/11/2017





Prova penetrometrica SCPT 2

Data: 30/11/2017

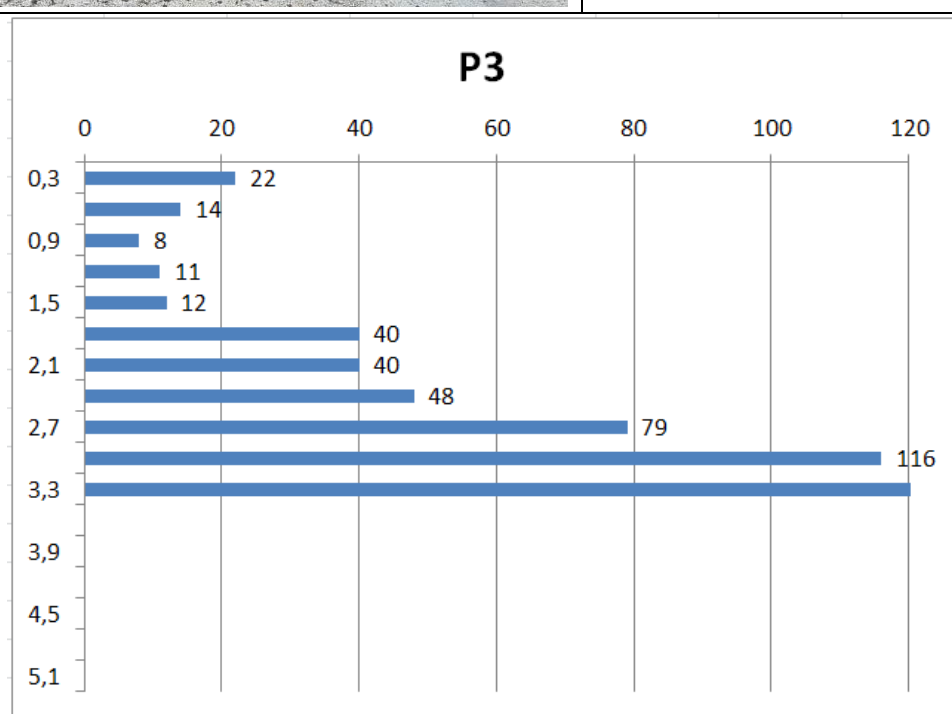




Prova penetrometrica SCPT 3

Data: 30/11/2017

P3	N
0,3	22
0,6	14
0,9	8
1,2	11
1,5	12
1,8	40
2,1	40
2,4	48
2,7	79
3	116
3,3	250
3,6	
3,9	
4,2	
4,5	
4,8	
5,1	



Le prove hanno evidenziato la presenza oltre la profondità di 1,5- 1,8 m del substrato ghiaioso sabbioso con buone caratteristiche geotecniche (N_{sp} medio > 25 colpi). All'interno dei fori di sondaggio non è stata rilevata la presenza di circolazioni idriche attive.

9.1.2. TRINCEA ESPLORATIVA

Ad integrazione dell'indagine penetrometrica è stata eseguita una trincea esplorativa con escavatore meccanico per la visione diretta del substrato interessato dalla posa delle fondazioni delle opere in progetto.

La trincea ha confermato la presenza a circa 1,2- 1,5 metri del substrato ghiaioso sabbioso tipico della zona. Di seguito si riportano i risultati del saggio eseguito.

Trincea T1 – data 30/11/2017		
Da m	A m	Descrizione
0,00	0,40	Terreno di coltivo
0,40	1,20	Terreno limoso argilloso rossastro con rari ciottoli
1,20	2,00	Ghiaie con sabbia e ciottoli arrotondati poligenici
Note. Livello di falda In data 03/02/2017= non rilevata Ø natural declivio= 33°		
		Materiale proveniente dalla trincea T1
		Trincea T1 Orizzonte 1 Orizzonte 2 – Strato portante

9.2. MODELLO GEOTECNICO, VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sulla base dei risultati delle diverse indagini eseguite sul sito, nel presente paragrafo si procede alla ricostruzione del modello geotecnico del sito.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato. Tali valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni sono stati ottenuti attraverso l'interpretazione dei dati acquisiti nella indagine precedentemente esposta valutando i metodi di correlazione geotecnica esistenti.

I valori di progetto dei parametri geotecnici si ottengono dai valori caratteristici tenendo conto dei coefficienti parziali γ_M .

Il modello geotecnico che caratterizza il volume significativo interessato dall'interazione con le opere e che scaturisce dalle prove effettuate può riassumersi come segue:

ORIZZONTE 1- terreno di coltivo + limo argilloso- limoso rossastro

Angolo di resistenza al taglio (ϕ'_k): 26° Peso di volume: 18 kN/m ³ ; Modulo di deformazione di picco (E_{yk})= 6 MPa. Comportamento geotecnico: granulare	da 0,00 m a 1,20 - 1,50m (*)
--	------------------------------------

ORIZZONTE 2- Ghiaia e sabbia con ciottoli

Angolo di resistenza al taglio (ϕ'_k): 32° Peso di volume: 18 kN/m ³ ; Modulo di deformazione di picco (E_{yk})= 30 MPa. Comportamento geotecnico: granulare	da 1,20- 1,50 m a oltre 10,00 m
---	------------------------------------

(*): spessore variabile sul sito da verificarsi puntualmente in fase d'esecuzione dei lavori di posa delle fondazioni.

9.3. CALCOLAZIONI PRELIMINARI AGLI STATI LIMITE

9.3.1. Dati geometri e azioni sulle fondazioni

A titolo esemplificativo si riportano alcuni calcoli geotecnici effettuati considerando le seguenti condizioni e le seguenti geometrie delle fondazioni:

- Criterio progettuale: Approccio 2 (NTC2008).
- Fondazioni: Abitazione Trave rovescia B= 0,80 m.
Edificio agricolo: plinti 2,5x2,5 mq
- Profondità di posa fondazioni considerata nei calcoli: 1,5 m (all'interno dell'orizzonte 2 – ghiaia e sabbia con ciottoli).
- Incastro laterale nel terreno = profondità piano di posa.
- Carichi agenti sul terreno verticali e centrati ed uniformemente distribuiti.
- Verifica eseguita in condizioni statiche.
- Categoria di sottosuolo: C.
- Categoria topografica: T1 con St= 1,0.

9.3.2. Stati Limite Ultimi (SLU)

Condizione di verifica agli stati limite ultimi è la seguente disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

Ed = componente della risultante delle forze in direzione normale al piano di posa

Rd = valore della forza normale al piano di posa cui corrisponde il raggiungimento del carico limite in terreni di fondazione

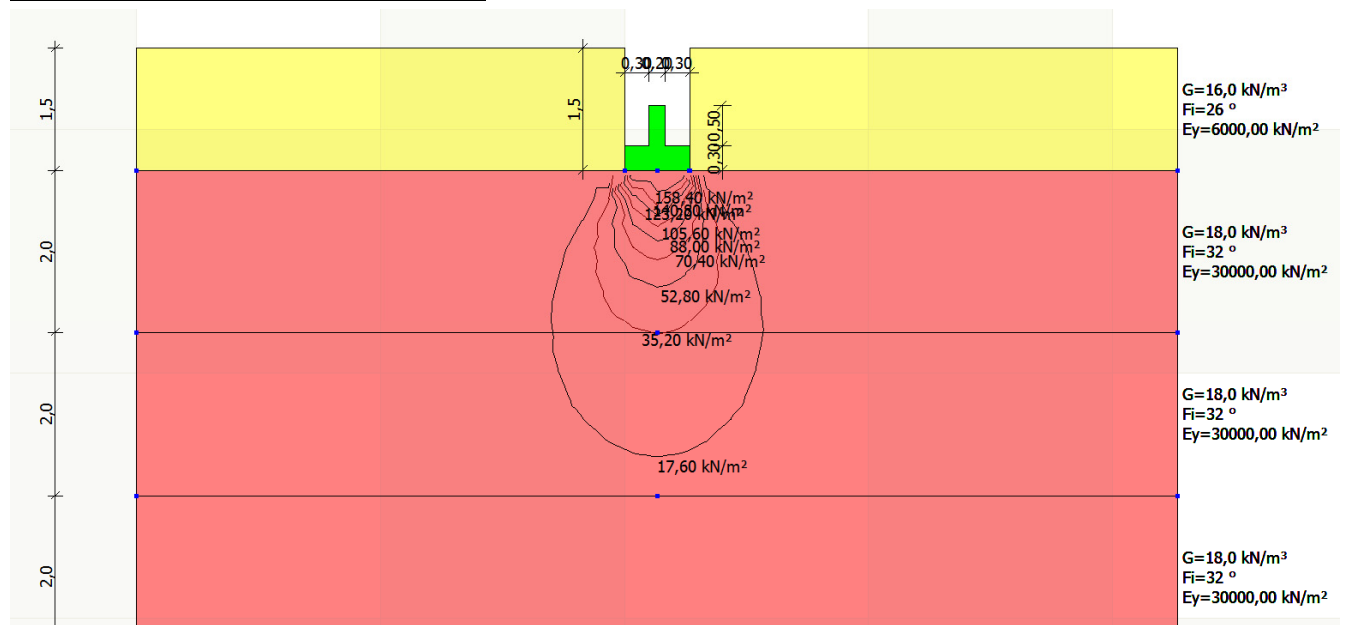
La formula trinomia per il calcolo del carico ultimo risulta la seguente (Hansen, 1970)

$$q_{lim} = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + \gamma_1 D N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma (\varphi > 0);$$

$$q_{lim} = 5.14 c_u (1 + s_c + d_c - i_c - b_c - g_c) + \gamma_1 D (\varphi = 0);$$

I calcoli geotecnici di seguito esposti sono state fatti considerando le geometrie e le condizioni sopra esposte. Per le tipologie di fondazioni considerate i calcoli eseguiti (metodo di Hansen, 1970), portano ai seguenti risultati:

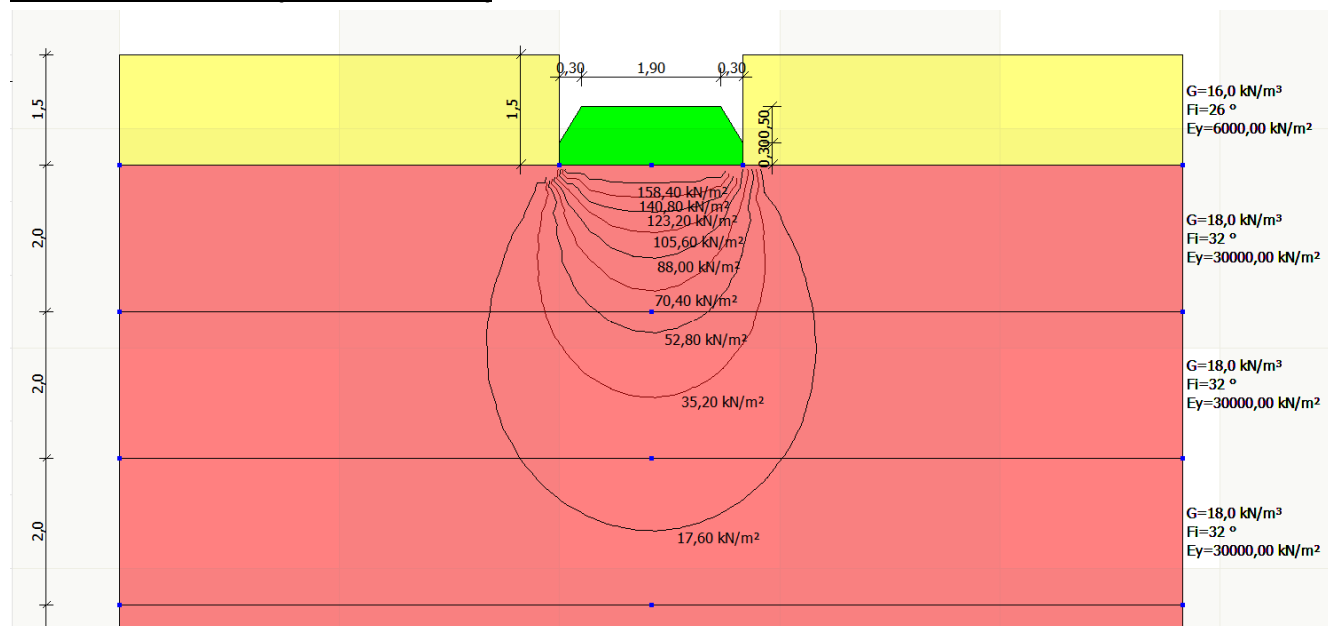
ABITAZIONE CUSTODE – trave B= 0,8 m



Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m²)	Tipo rottura
A1+M1+R3				
	HANSEN (1970)	728,92	316,92	* Rottura generale; Ir=591,84; lcrit=180,416
Sisma				
*	HANSEN (1970)	617,00	268,26	* Rottura generale; Ir=591,84; lcrit=180,416

Figura 30: Modello geologico del sottosuolo

(*) Nei calcoli relativi alla combinazione sismica è stata tenuta in conto l'accelerazione nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione (effetto inerziale) indotta dal sisma attraverso l'utilizzo dei coefficienti sismici Khk e Khi; il primo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito ed il secondo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione (NTC2008). Sono stati considerati i seguenti dati: fattore di struttura q= 1,5, Periodo di vibrazione della struttura T= 0,323 s (stima automatica tramite software geostru- struttura in calcestruzzo armato di altezza 7 m).

EDIFICIO AGRICOLO – plinto 2,5x2,5 mq

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (kN/m²)	Resistenza di progetto [Rd] (kN/m²)	Tipo rottura
A1+M1+R3				
	HANSEN (1970)	1184,44	514,97	* Rottura generale; $l_r=397,105$; $l_{crit}=85,489$
Sisma				
*	HANSEN (1970)	982,37	427,12	* Rottura generale; $l_r=397,105$; $l_{crit}=85,489$

(*) Nei calcoli relativi alla combinazione sismica è stata tenuta in conto l'accelerazione nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione (effetto inerziale) indotta dal sisma attraverso l'utilizzo dei coefficienti sismici Kh_k e Kh_i ; il primo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito ed il secondo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione (NTC2008). Sono stati considerati i seguenti dati: fattore di struttura $q=1,5$, Periodo di vibrazione della struttura $T=0,323$ s (stima automatica tramite software geostru- struttura in calcestruzzo armato di altezza 7 m).

Le resistenze di progetto sopra esposte dovranno essere confrontate con le azioni calcolate dal progettista al fine di verificare la disequazione $Ed < Rd$.

9.3.3. Stati Limite di Esercizio (SLE)

Nell'ambito delle verifiche geotecniche delle strutture si riporta quella relativa ai cedimenti, nel rispetto dei requisiti prestazionali della struttura, rispettando la condizione:

$$Ed \leq Cd$$

Ed = valore di progetto dell'effetto delle azioni (cedimento calcolato)

Cd = prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (cedimento ammissibile)

Vengono considerate le tipologie di fondazioni precedentemente descritte e riepilogate nella tabella seguente verificando carichi di esercizio della tabella.

	Piano di posa	Pressione KPa	Cedimento assoluto calcolato – cm (Schmertman)	Coefficiente di sottofondo Ks (Kg/cm ²) da Pressione/cedimento (*)
Trave rovescia B= 0,80 m	-1,5 m	200	1,1	1,8
Plinti 2,5x2,5 mq	-1,5 m	200	1,5	1,33

Tabella 2: riepilogo tipologie di fondazioni e risultati delle elaborazioni eseguite

(*): calcolato sull'intero bulbo di pressione.

Le resistenze di progetto sopra esposte dovranno essere confrontate con le azioni calcolate dal progettista al fine di verificare la disequazione $Ed < Cd$. La valutazione finale se i cedimenti calcolati sopra esposti risultano tollerabili dalle strutture in progetto dovrà essere fatta dal tecnico progettista.

Per quanto riguarda Modulo di Winkler si riporta una tabella secondo Pozzati, con il riquadro "rosso" relativo ai terreni presenti nel sito.

NATURA DEL TERRENO	K (Kg/cm ³)
torba leggera.....	0.6 ~ 1.2
torba pesante.....	1.2 ~ 1.8
terra vegetale.....	1.0 ~ 1.5
depositi recenti.....	1.0 ~ 2.0
sabbia di mare, fina.....	1.5 ~ 2.0
sabbia poco coerente.....	2.0 ~ 4.0
terra molto umida.....	2.0 ~ 3.5
terra poco umida.....	3.0 ~ 6.0
terra secca.....	5.0 ~ 10.0
argilla con sabbia.....	8.0 ~ 10.0
argilla grassa.....	10.0 ~ 12.0
sabbia compatta.....	8.0 ~ 15.0
ghiaia con sabbia.....	10.0 ~ 25.0
ghiaia compatta.....	20.0 ~ 30.0

Tabella 3: Modulo di Winkler (Pozzati)

9.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze (v. par. 7.11.3.4.2 del DM 14.01.08):

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso in esame la verifica a liquefazione viene omessa in quanto i terreni di fondazione non comprendono strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte, ma risultano granulometricamente eterogenei con abbondante frazione grossolana. La falda principale si colloca a circa 40 m dal pc.

Palazzolo S/O Dicembre 2017

Dott. Geol. Massimo Marella

o.g.l. 1178

