COMUNE DI FRAMURA

Provincia della Spezia

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL TORRENTE CASTAGNOLA.

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Relazione geologica preliminare

Sestri Levante, 23/07/2020

Dott. Geol. Giovanni DEBELLIS

Geologia tecnica e geomorfologia
Tel./fax: (+39) 0185 43496 Iscr. Albo Geologi prov. Genova n. 592
Cell.: (+39) 338 6079760 e-mail: gvdebellis@gmail.com
c.f.: DBL GNN 82B25C621C p.iva: 01870030994

Indice:

1- Premesse 3

- Incarico e ubicazione 3
- Obiettivi 3

2- Normativa geologica di riferimento – Verifica di compatibilità 4

3- Inquadramento topografico e morfologico 6

4- Inquadramento geologico 8

5- Inquadramento idrografico e idrogeologico 9

6- Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica preliminare 11

7- Rispondenza alla normativa sismica 16

- Caratteristiche sismiche locali 18

8- Conclusioni 20

ALLEGATO 1: Sezione geologica interpretativa – ponte carrabile di monte. Scala 1:200

ALLEGATO 2: Piano di indagini geognostiche propedeutiche alla progettazione definitivo-esecutiva. Scala 1:2.500

1- Premesse

- *Incarico e ubicazione*

Lo scrivente, dott. Geol. Giovanni Debellis residente in Sestri Levante (GE) alla via Antica Romana Occ.le n. 3/4 ed iscritto al n. 592 dell'Albo dei Geologi della Liguria – provincia di Genova, ha ricevuto l'incarico di redigere uno studio geologico a supporto del progetto di *sistemazione del Torrente Castagnola, presso il tratto terminale, focalizzata, in particolare alla mitigazione idraulica della sponda sinistra orografica in Framura (SP), Località Fornaci.*

Nel prosieguo dell'esposizione saranno analizzate le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrografiche e idrogeologiche dell'area d'intervento ed un suo adeguato intorno, al fine di procedere agli interventi previsti ed in particolare alla sostituzione del ponte carrabile della Località di Fornaci, caratterizzato, ad oggi, da criticità idrauliche significative rispetto ai livelli di piena duecentennale.

Il presente studio è stato redatto ai sensi della normativa nazionale seguente:

- Decreto della Giunta Regionale n° D.G.R 216 del 17/03/2017;
- D. M. 17/01/2018 "Testo Unico per le Costruzioni" circolare applicativa n° 7 del 21/01/2019;
- Ex L.R.24/1987, L.R.36/1997 e circolari applicative 2077/1988 e 4551/1989;
- Piano di Bacino Ambito 18 – Torrente Ghiararo;
- Norme geologiche del P.U.C. di Framura.

- *Obiettivi*

Lo studio qui di seguito riportato ha lo scopo di fornire:

A- Esecuzione di un rilievo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geofisico di dettaglio sulla base dei piani e relativa cartografia e dell'esito di specifici rilevamenti, nonché di un'accurata ricerca bibliografica;

B- elaborazione dei dati di cui al punto A e stesura di una relazione geologica a corredo del progetto di Fattibilità Tecnico - Economica ai sensi della normativa tecnica sopra citata, nonché delle norme geologiche di attuazione del Piano Urbanistico del Comune di Framura.

2- Normativa geologica di riferimento – Verifica di compatibilità

2.1 Piano di Bacino – Ambito 17 - Torrente Ghiararo

La consultazione della cartografia tematica ha fornito i seguenti risultati:

1) Carta della Suscettività al Dissesto: i settori di intervento rientrano all'interno delle classi di suscettività bassa (P1) e molto bassa (P0).

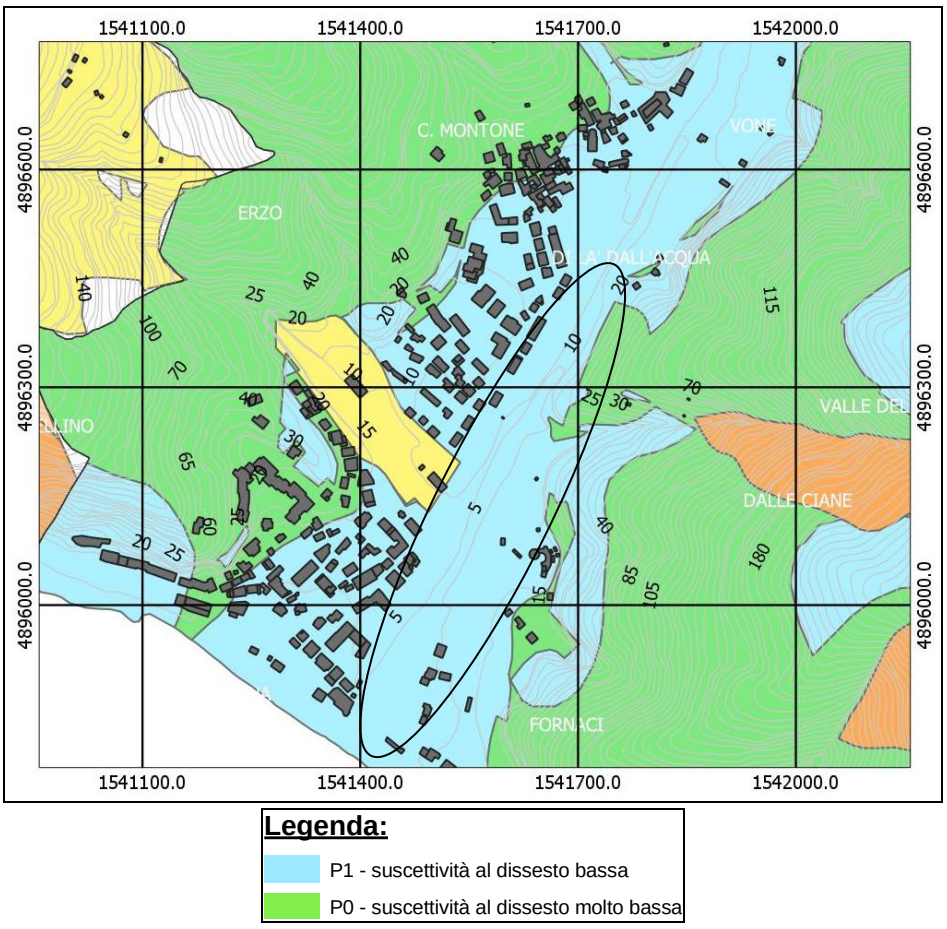


Figura 1: carta della Suscettività al Dissesto con indicazione dell'area in studio (Piano di Bacino_Ambito 18 – T.Ghiararo. Scala 1:10.000; S.R: Gauss Boaga).

2) Carte del Reticolo Idrografico e delle fasce di inondabilità: i piani di fondazione dei manufatti considerati rispettano le distanze, previste dal R.R. n°3/2011 e successive integrazioni (cfr. R.R. 1/2016), dai reticoli idrografici più prossimi. Infatti, sono rispettati i 10 metri di inedificabilità assoluta per ognuno degli edifici; inoltre le aree in oggetto non rientrano in alcuna fascia di inondabilità.

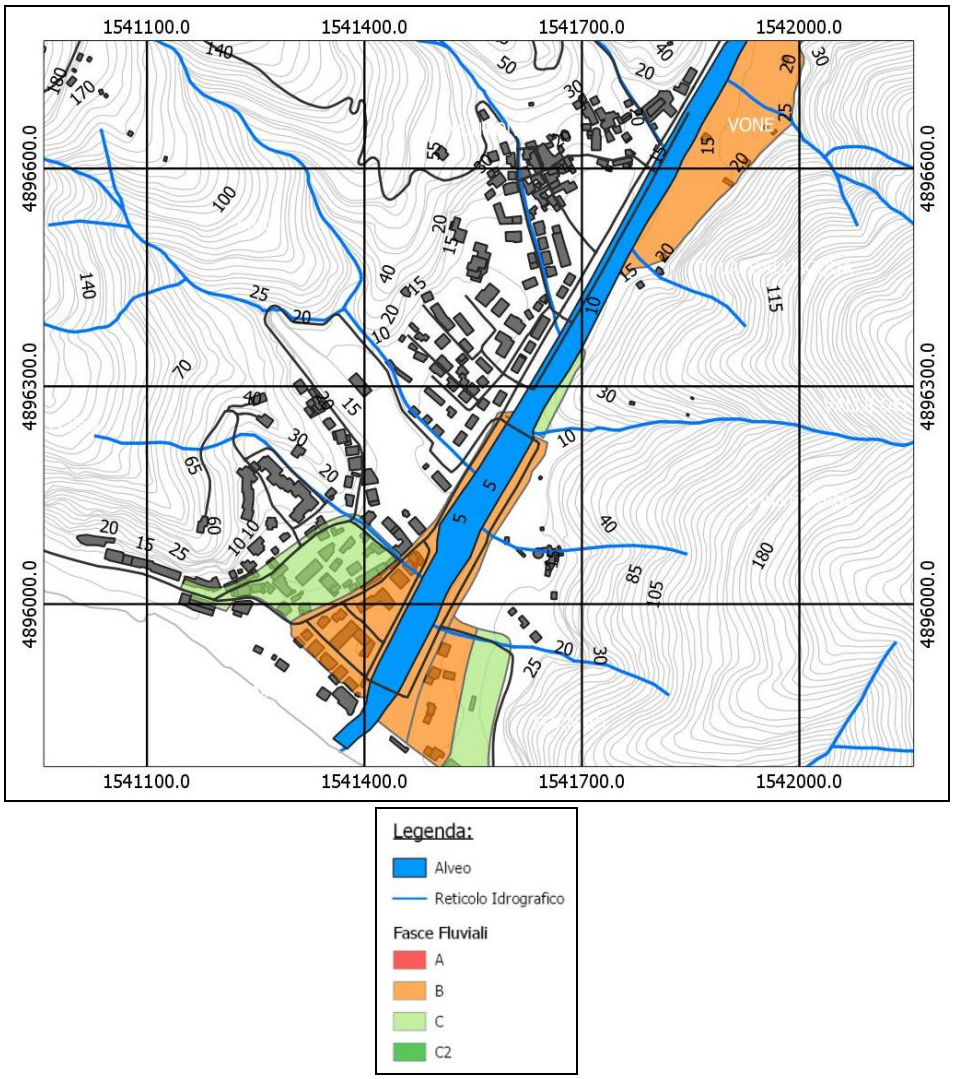


Figura 2: carta delle Fasce di Inondabilità e del reticolo idrografico (Piano di Bacino_Ambito 18 – T.Ghiararo. Scala 1:10.000; S.R: Gauss Boaga).

L' intervento edilizio a progetto è, quindi, da ritenersi assentibile nei riguardi della normativa di Piano di Bacino, senza necessità di parere regionale.

2.2 Vincolo Idrogeologico

Dalla consultazione delle apposite carte tematiche regionali, si riscontra come le zone di intervento ricadano per buona parte all'interno dei settori sottoposti a regime di *Vincolo Idrogeologico*, in particolare le lavorazioni localizzate a monte della linea ferroviaria.

2.4 Classificazione sismica

I territori di Framura e Deiva Marina (quest'ultimo è interessato solo dall'intervento di consolidamento della pila attuale) sono classificati in zona sismica 3 (DGR 1362/2010 e nuova classificazione del territorio ligure di cui alla D.G.R 216 del 17/03/2017).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente";

si veda a tal proposito il relativo paragrafo, dove sono forniti i parametri sismici per la determinazione dell'azione sismica di progetto (§ 3.2 del D.M. 14.01.2008).

3- Inquadramento topografico e morfologico

L'area oggetto di studio interessa il tratto terminale dell'asta idrografica del Torrente Castagnola, con particolare riferimento alla sua sponda sinistra orografica. Si prevede, inoltre, la sostituzione integrale del ponte carrabile di collegamento fra la frazione di Fornaci e il nucleo di Deiva Marina: l'attuale impalcato risulta essere soggetto a criticità idrauliche ascrivibili ad eventi di piena caratterizzati da Tr = 200 anni, in grado di mettere in pressione la struttura e generale rigurgito e allagamento della sponda sinistra orografica stessa.

Le coordinate dell'ambito, nel sistema di riferimento UTM WGS 1984 – Fuso 32Nord, sono le seguenti:

- Longitudine: 9.52061 E
- Latitudine: 44.21804 N

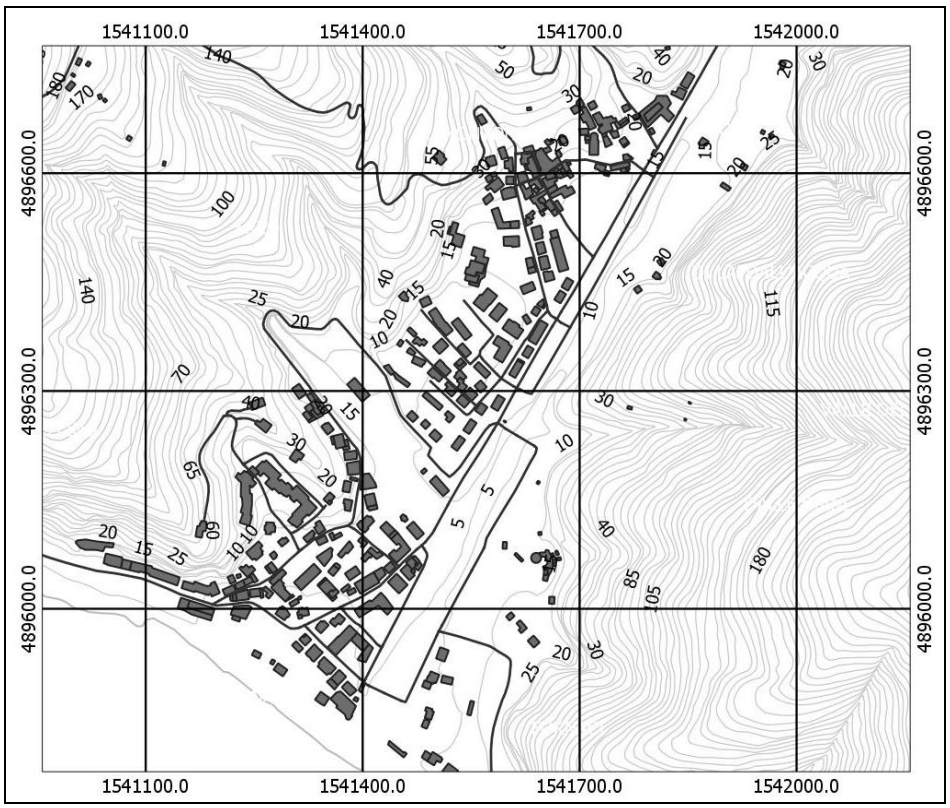


Figura 3: inquadramento cartografico con indicazione dell'area di delocalizzazione (stralcio tratto da cartografia C.T.R. – scala 1:3000, sistema di riferimento UTM-WGS 1984, Fuso 32 Nord).

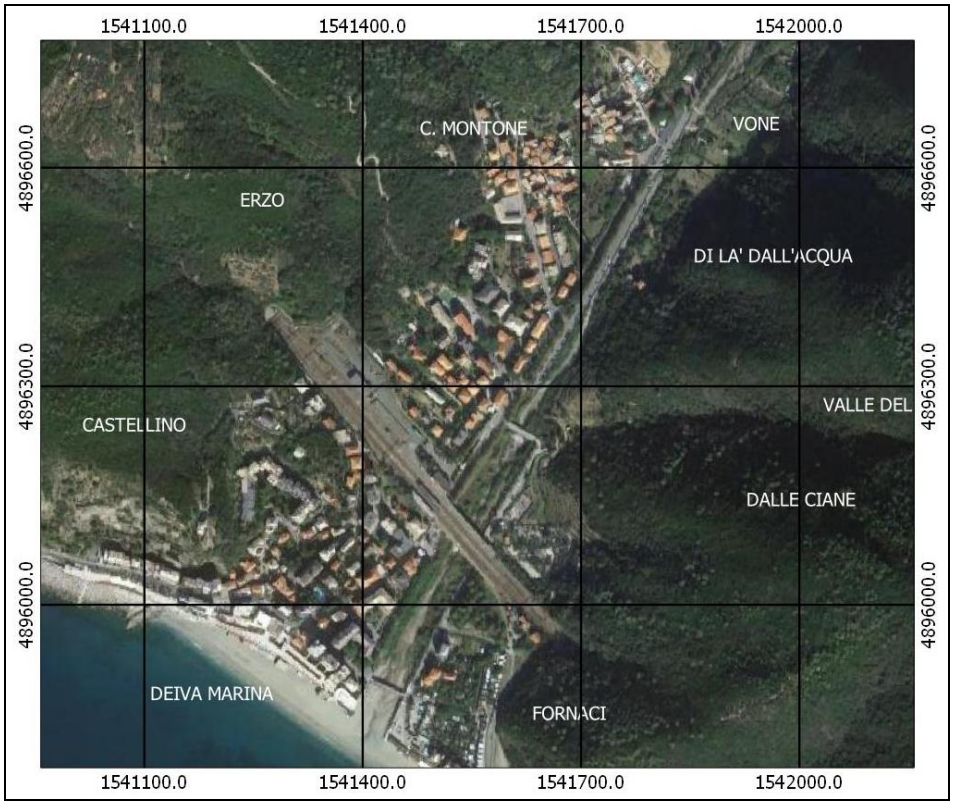


Figura 4: inquadramento ortofotografico con indicazione dell'area in studio (Scala 1:10.000_Fonte I.G.M. Sistema di riferimento Gauss Boaga).

L'assetto geomorfologico del settore in studio risulta significativamente diversificato in considerazione della sponda che si considera.

Se, infatti, la sponda orografica sinistra, risulta essere per la maggior parte impostata su settori pedemontani o di versante, con una morfologia maggiormente pianeggiante solo nel contesto focivo, la sponda deivese (destra orografica) vede un maggiore sviluppo del dominio di piana alluvionale, generata nel quaternario dalla divagazione dell'asta idrografica.

Le caratteristiche del bacino del Torrente Castagnola conferiscono al torrente stesso, in occasione di precipitazioni significative, una significativa competenza, testimoniata, per altro, dal notevole trasporto solido osservabile in alveo; i sedimenti trasportati e depositati saranno quindi collegati alla competenza della corrente stessa.

Sono state riscontrati, tuttavia, nell'area vasta all'interno della quale si inserisce il contesto in studio, corpi lenticolari ed eteropie di facies granulometricamente differenti rispetto alla struttura sedimentaria maggiormente ricorrente, ovvero ghiaie debolmente sabbiose in matrice limosa scarsamente argillosa.

La sponda orografica sinistra, come anticipato, vede principalmente l'interazione del reticolo idrografico con settori di versante e, a valle del ponte oggetto di sostituzione, con ridotte superfici di terrazzo fluviale.

I versanti si presentano mediamente acclivi avente una pendenza di circa 35%, localmente terrazzati o boscati ed esposti a Ovest.

In questo contesto il substrato risulta affiorante in diversi settori della zona, mentre in altri risulta superiormente limitato dalle coperture eluvio-colluviali e dal terreno vegetale.

Presso la viabilità comunale, all'innesto del ponte carrabile, il substrato roccioso risulta coperto a tetto da terreni alluvionali scheletro portanti della potenza media di circa 6 metri.

Il Piano di Bacino – Ambito 18 (Figura 3) classifica l'area di sedime come appartenente alle categorie di suscettività al dissesto "P0" e "P1", per le quali la normativa non pone alcuna limitazione e/o prescrizione particolare, demandando ai piani urbanistici comunali la loro disciplina.

4- Inquadramento geologico

Geologicamente l'area d'intervento è reperibile nella parte meridionale del Foglio 232 "Sestri Levante" - Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000 (*Progetto CARG* - Figura 5).

Le lavorazioni previste interagiranno con i terreni alluvionali di pertinenza fluviale, mentre il consolidamento delle spalle del ponte carrabile potrà prevedere l'ammorsamento al substrato di base, reperibile a diversa profondità in base alla sponda da considerare.

In entrambi i contesti, tuttavia, l'ossatura geologica è ascrivibile alla formazione delle arenarie del Monte Gottero, visibile anche in affioramento nei settori pedemontani di Loc. Fornaci.

Si tratta di una formazione geneticamente di sequenza torbiditica piuttosto grossolana, con stratificazioni da metriche a plurimetriche di arenarie, arenarie conglomeratiche ed intercalazioni argillitiche; hanno un'età che va dal Cretacico superiore al Cenozoico inferiore.

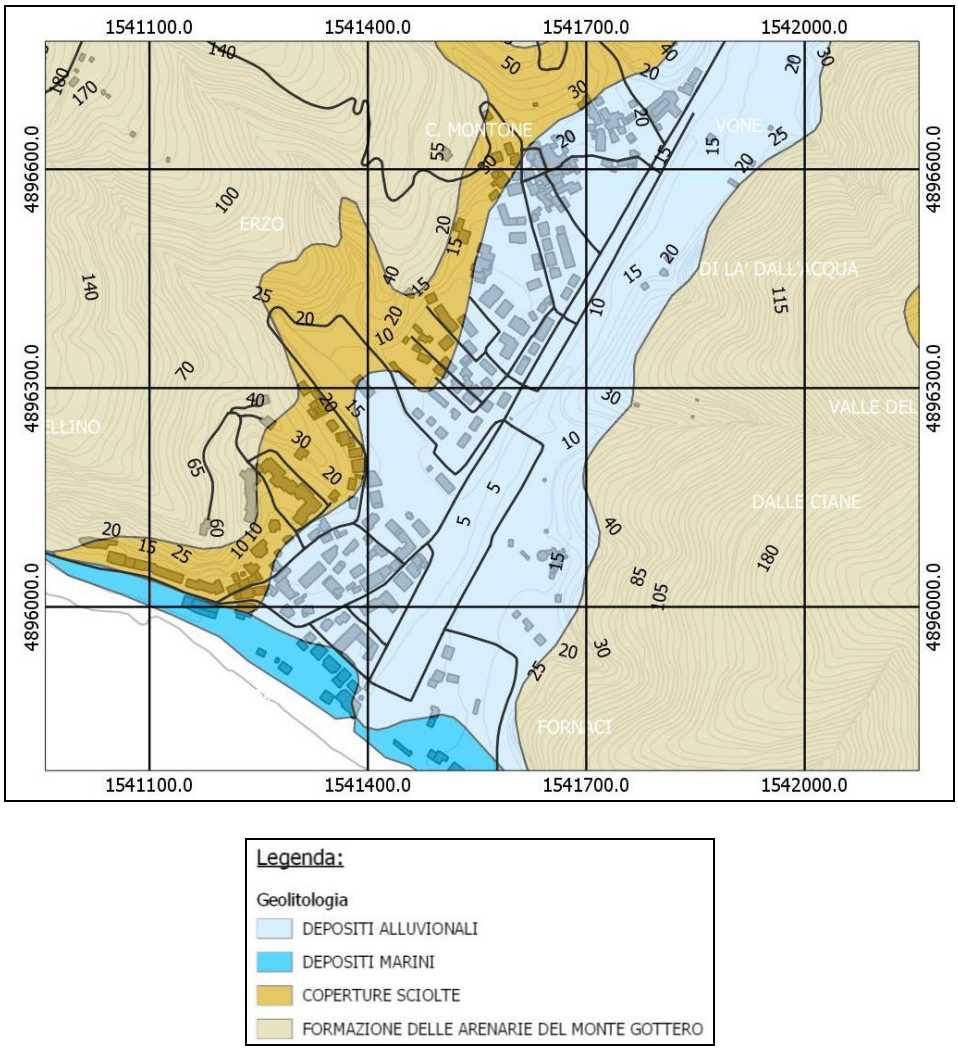


Figura 5: carta geologica con indicazione dell'area in studio. Carta geologica d'Italia Foglio 232 "Sestri Levante". Scala 1:10.000; Sistema di riferimento Gauss Boaga.

5- Inquadramento idrografico e idrogeologico

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, i terreni presenti nell'area soggetta a demolizione possono venire così classificati:

- terreni alluvionali recenti ed attuali: permeabili per permeabilità primaria (porosità);

- formazione delle Arenarie del Monte Gottero: normalmente impermeabile, localmente caratterizzati da una discreta permeabilità di tipo secondario (fessurazione/fatturazione), e limitatamente di tipo primario.

Il campo di moto della falda è condizionato sia dall'andamento strutturale del substrato di appoggio basale dei depositi, sia dalle caratteristiche sedimentologiche e tessiturali del complesso delle alluvioni recenti terrazzate, sia dalla presenza dei corsi d'acqua che incidono il settore di piana in esame. In questo contesto il flusso di falda è diretto verso sud-sud/ovest in direzione dell'asta fluviale del T. Castagnola, che costituisce il livello di base dell'acquifero.

Il gradiente medio della falda è pari a circa il 3‰.

L'alimentazione dell'acquifero superficiale avviene prevalentemente per infiltrazione efficace delle precipitazioni e per fenomeni di alimentazione da parte dei lineamenti idrici locali, nonché a seguito di fenomeni di alimentazione laterale da complessi idrogeologici che si trovano localmente in relazione di giustapposizione con l'acquifero stesso.

6- Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica preliminare

Nella predisposizione di quanto necessario alla progettazione di Fattibilità tecnico-economica in oggetto, lo scrivente propone di seguito una caratterizzazione stratigrafico-geotecnica preliminare, basata su dati analitici acquisiti dallo stesso per progettazioni limitrofe al contesto in studio.

Si riporta di seguito la planimetria con le indicazioni delle prospezioni utilizzate.

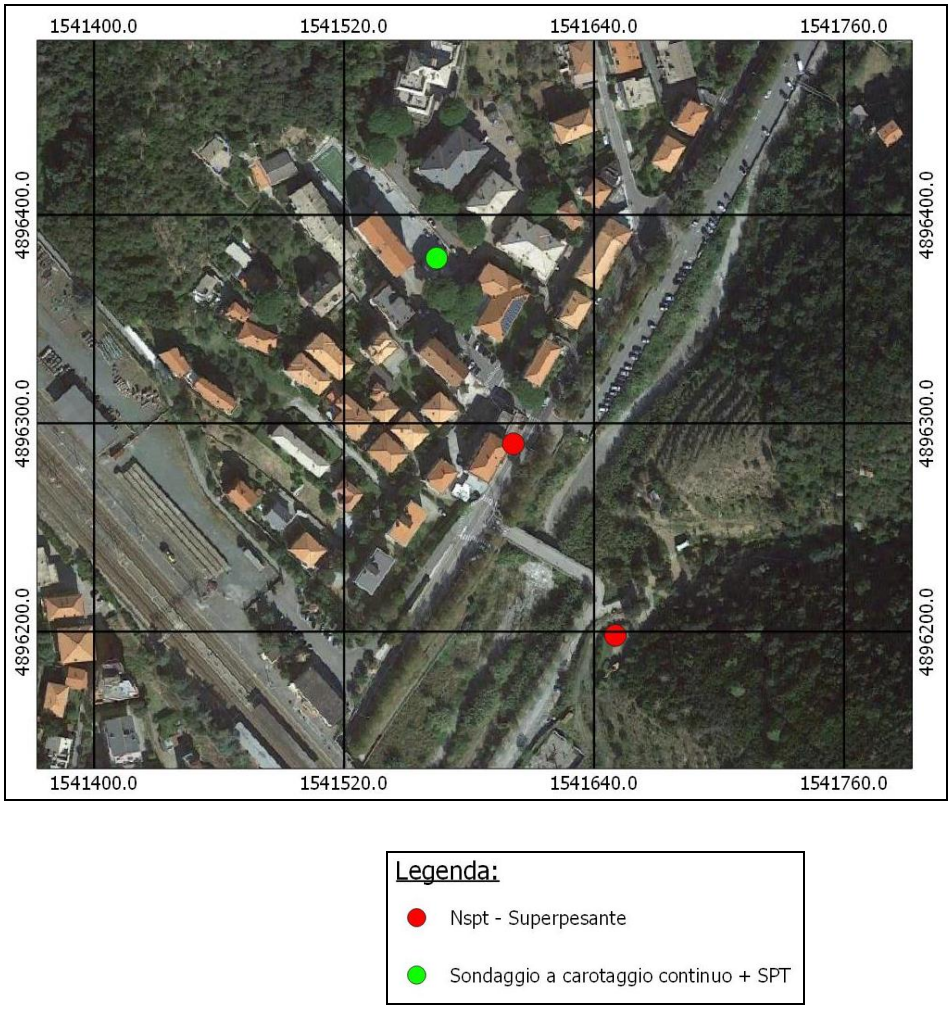


Figura 6: stralcio ortofotografico con indicazione delle prove svolte dallo scrivente in prossimità del tratto in studio, propedeutiche, in particolare, ad una prima definizione degli interventi relativi al ponte carrabile da sostituire. Scala 1:3.500; Sistema di riferimento Gauss Boaga.

Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica da SPT in foro di sondaggio – sponda destra orografica (Deiva Marina)

- P.C. ÷ - 0,80 m: riporto rimaneggiato sabbioso ghiaioso.
- - 0,80 ÷ - 2,20 m: limo con ghiaia e sabbia. [A]

- - 2,20 ÷ - 15,00 m: ghiaie scarsamente sabbiose in matrice limosa in percentualmente fortemente variabile. [B]

- - 15,00 ÷ - 28,00 m: alluvioni scheletro portanti (ghiaie sabbiose) in subordinata matrice limoso-argillosa; si rileva, nella parte basale, la transizione al cappellaccio di alterazione. [C]

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI – SONDAGGI ASILO DEIVA MARINA

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1 [A]	4	Skempton 1986	18,12
Strato 2 [B]	15	Skempton 1986	43,02
Strato 3 [C]	22	Skempton 1986	48,94

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1 [A]	4	Meyerhof (1965)	31,25
Strato 2 [B]	15	Meyerhof (1965)	35,47
Strato 3 [C]	22	Meyerhof (1965)	36,61

Modulo di Young

	Nspt	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1 [A]	4	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2 [B]	15	Bowles (1982) Sabbia Media	150,00
Strato 3 [C]	22	Bowles (1982) Sabbia Media	167,50

Classificazione AGI

	Nspt	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1 [A]	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2 [B]	15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3 [C]	22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1 [A]	4	Meyerhof ed altri	1,49
Strato 2 [B]	15	Meyerhof ed altri	1,88
Strato 3 [C]	22	Meyerhof ed altri	1,96

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1 [A]	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2 [B]	15	Terzaghi-Peck	1,95

		1948-1967	
Strato 3 [C]	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Modulo di Poisson

	Nspt	Correlazione	Poisson
Strato 1 [A]	4	(A.G.I.)	0,35
Strato 2 [B]	15	(A.G.I.)	0,32
Strato 3 [C]	22	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1 [A]	4	Ohsaki (Sabbie pulite)	239,25
Strato 2 [B]	15	Ohsaki (Sabbie pulite)	828,78
Strato 3 [C]	22	Ohsaki (Sabbie pulite)	1009,38

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Correlazione	Ko
Strato 1 [A]	4	Navfac 1971-1982	0,75
Strato 2 [B]	15	Navfac 1971-1982	3,12
Strato 3 [C]	22	Navfac 1971-1982	3,78

Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica da prove penetrometriche pesanti – sponda sinistra orografica (framura)

- P.C. ÷ - 0,90 m: riporto rimaneggiato sabbioso ghiaioso.
- - 0,90 ÷ - 7,50 m: ghiaie debolmente sabbiose in matrice limoso - argillosa.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	3,87	1,40	Terzaghi-Peck	0,24

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Skempton 1986	17,76

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Meyerhof (1965)	31,19

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m^3)
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Meyerhof ed altri	1,69

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m^3)
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,87	1,40	3,87	(A.G.I.)	0,35

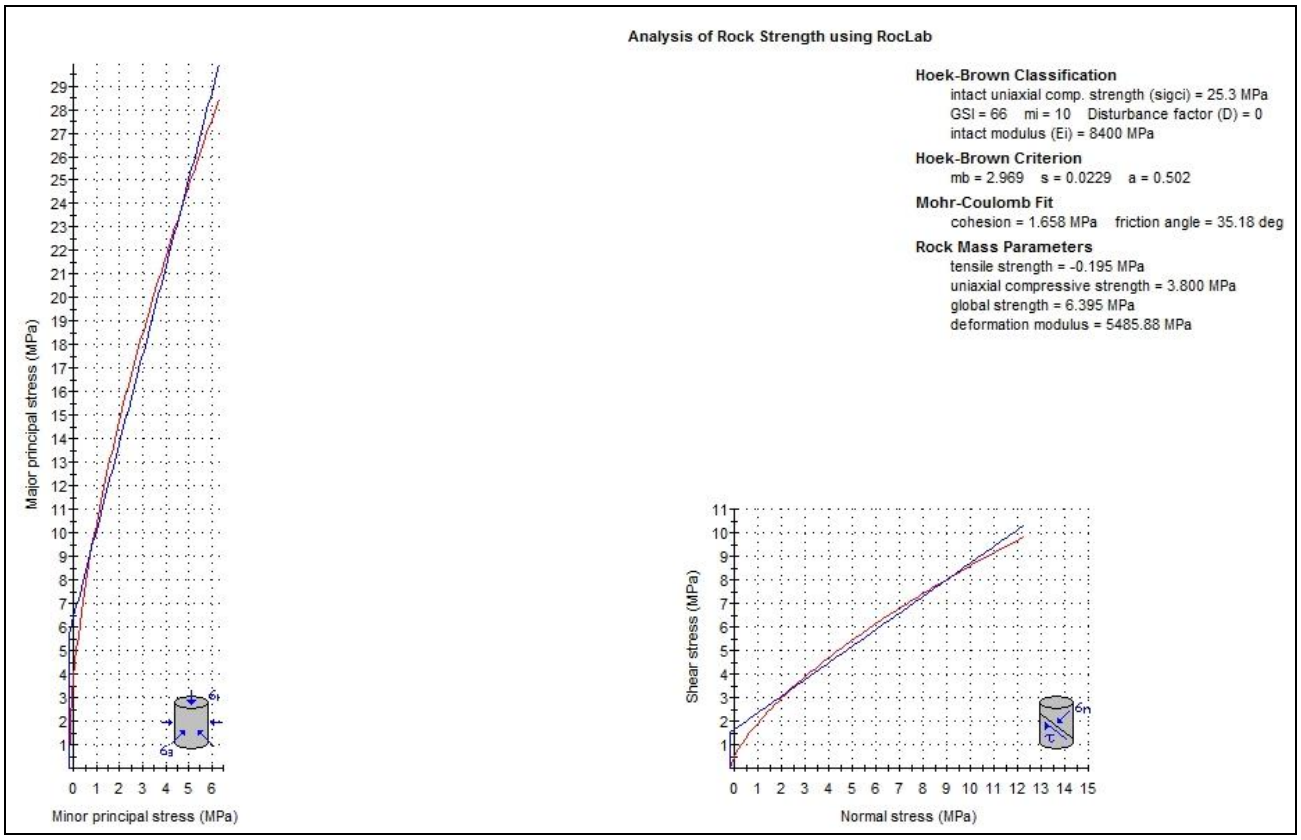
Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm^2)
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Ohsaki (Sabbie pulite)	231,93

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,87	1,40	3,87	Navfac 1971-1982	0,72

Relativamente al substrato arenaceo, si riporta qui di seguito la valutazione ricavata in funzione dell'inviluppo di rottura equivalente di Mohr sul piano t-s'n, i cui risultati sono riportati nel grafico seguente, ovvero riassunti qui di seguito; il rilevamento è stato effettuato lungo gli affioramenti reperibili presso il crinale che, nella parte pedemontana, ospiterà l'intervento a progetto.



<u>Formazione delle Arenarie del Monte Gottero</u>

- angolo d'attrito dell'ammasso ϕ' = 35°
- coesione dell'ammasso c’ = 1.66 MPa

7- Rispondenza alla normativa sismica

I riferimenti legislativi relativi al terreno di fondazione sono dati dal recente D. M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni", nonché, in merito alla zonizzazione sismica del territorio, dalla D.G.R n° n° 216 del 17/03/2017.

Il D. M. 17/01/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel §7.11.3.1. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento ed a tal fine lo stesso D. M. definisce cinque categorie di suolo principali (Tabella 1), discriminate in funzione del contesto stratigrafico/sedimentologico e dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente VS_{Eq}, oppure attraverso relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1: categorie di suolo principali, così come definite dal D. M. 17/01/2018.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Devono essere definite inoltre le condizioni topografiche, ossia la pendenza dell'area sulla quale sarà realizzato l'intervento e la sua morfologia; nel D. M. sono definite 4 condizioni topografiche, come indicato nella Tabella 2.

Per quanto riguarda invece le strutture che saranno realizzate, il D. M. prevede che ne venga definita la Vita Nominale (Vn), ossia il numero di anni nei quali l'opera, purché soggetta a manutenzione ordinaria, debba poter essere usata per lo scopo al quale è

destinata (Tabella 3), e la Classe d'Uso, definita in funzione dell'affollamento umano che ospiterà o della destinazione d'uso che avrà (Tabella 4).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media compresa tra 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media > 30°

Tabella 2: categorie topografiche, così come definite dal D. M. 17/01/2018.

Tipi di costruzioni		Valori minimi della Vita Nominale (Vn – in anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 3: vita nominale delle opere strutturali, così come definite dal D. M. 17/01/2018.

Classe	Definizione
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico; dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tabella 4: classi delle opere strutturali, così come definite dal D. M. 17/01/2018.

Le forme spettrali, che definiscono la pericolosità sismica locale, previste dal D. M. 17/01/2018 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- *ag* = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- *F0* = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- *Tc** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento, sulla base del quale risulta suddiviso l'intero territorio nazionale, e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità

sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- *ag* il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- *F0* e *Tc** i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dal D. M. scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dal D. M. 17/01/2018 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento; a tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione (prodotto tra valore della Vita Nominale della struttura e Coefficiente d'uso della stessa, funzione della classe d'Uso),
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento (PVR) associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

- *Caratteristiche sismiche locali*

Gli interventi sono localizzati principalmente nel territorio comunale di Framura; solo il consolidamento della spalla destra orografica si trova nel comune di Deiva Marina. Entrambi i comuni ricadono in *zona sismica 3,* secondo la nuova zonizzazione del territorio ligure (D.G.R n° 216 del 17/03/2017); più correttamente, il territorio è caratterizzato da una Pga = 0,15g.

In base alle Norme Tecniche di cui al D. M. 17/01/2018 l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate; le zone sismiche hanno significato da un punto di vista amministrativo.

In base alle prospezioni geognostiche a disposizione dello scrivente, il suolo di fondazione può essere definito di categoria "E": "Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m".

La categoria del suolo di fondazione e le condizioni topografiche dell'area oggetto d'intervento sono riportate in Tabella 6, mentre la classe d'uso della struttura e la sua vita nominale sono riportate in Tabella 7.

Sito	Cat. Suolo	Cond. Top.
1	E	T2

Tabella 6: categoria di suolo di fondazione e condizioni topografiche della stessa area.

Sito	Classe d'Uso	Vita Nominale (Vn - anni)
1	II	50

Tabella 7: classe d'uso e vita nominale delle opere a progetto.

Sulla scorta dei di tutte le valutazioni effettuate in precedenza è possibile determinare per ciascuno stato limite considerato i rispettivi valori del tempo di ritorno (T_R), di accelerazione massima al suolo (a_g), di valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0) e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_{c*}), come riportato in Tabella 8.

Stato Limite	T_R (anni)	ag (g)	Fo	Tc* (s)
SLO	30,0	0,036	2,520	0,210
SLD	50,0	0,045	2,515	0,239
SLV	475,0	0,113	2,392	0,287
SLC	975,0	0,146	2,395	0,291
Periodi di Riferimentpo per L'azione sismica: 50 anni				

Tabella 8: valori dei parametri sismici ricavati per ogni stato limite considerato (SLO: Sato Limite di Operatività; SLD: Stato Limite di Danno; SLV: Stato Limite di Vulnerabilità; SLC: Stato limite di Collasso).

Non si rilevano in tutta l'area indagata fattori di amplificazione sismica di alcun tipo, né pregiudiziali di liquefazione o addensamento.

8- Conclusioni

Da quanto emerso in sede di rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico, nonché dalla bibliografia analitica a disposizione dello scrivente, è possibile ritenere la proposta progettuale pienamente attuabile, anche in forza della sua piena conformità con le normative tecniche in materia idraulica ed idrogeologica.

Le lavorazioni previste permetteranno di traguardare una importante mitigazione della pericolosità idraulica presso tutto il comparto urbano: le modellizzazioni idrauliche, infatti, hanno permesso di verificare come le attività propedeutiche a questa progettazione, già svolte (Pulizia e asportazione dei volumi di sovralluvionamento), abbiano permesso un importante incremento della sicurezza della sponda framurese e le attività previste, in particolare la sostituzione dell'attuale ponte carrabile di collegamento al centro di Deiva Marina, permetteranno il raggiungimento dei requisiti di smaltimento di fenomeni di piena con Tr = 200 anni e la conseguente riperimetrazione delle Fasce di Inondabilità oggi presenti.

A quanto appena descritto, verranno associate una valorizzazione paesaggistica e di fruizione turistica dell'intera frazione di Fornaci.

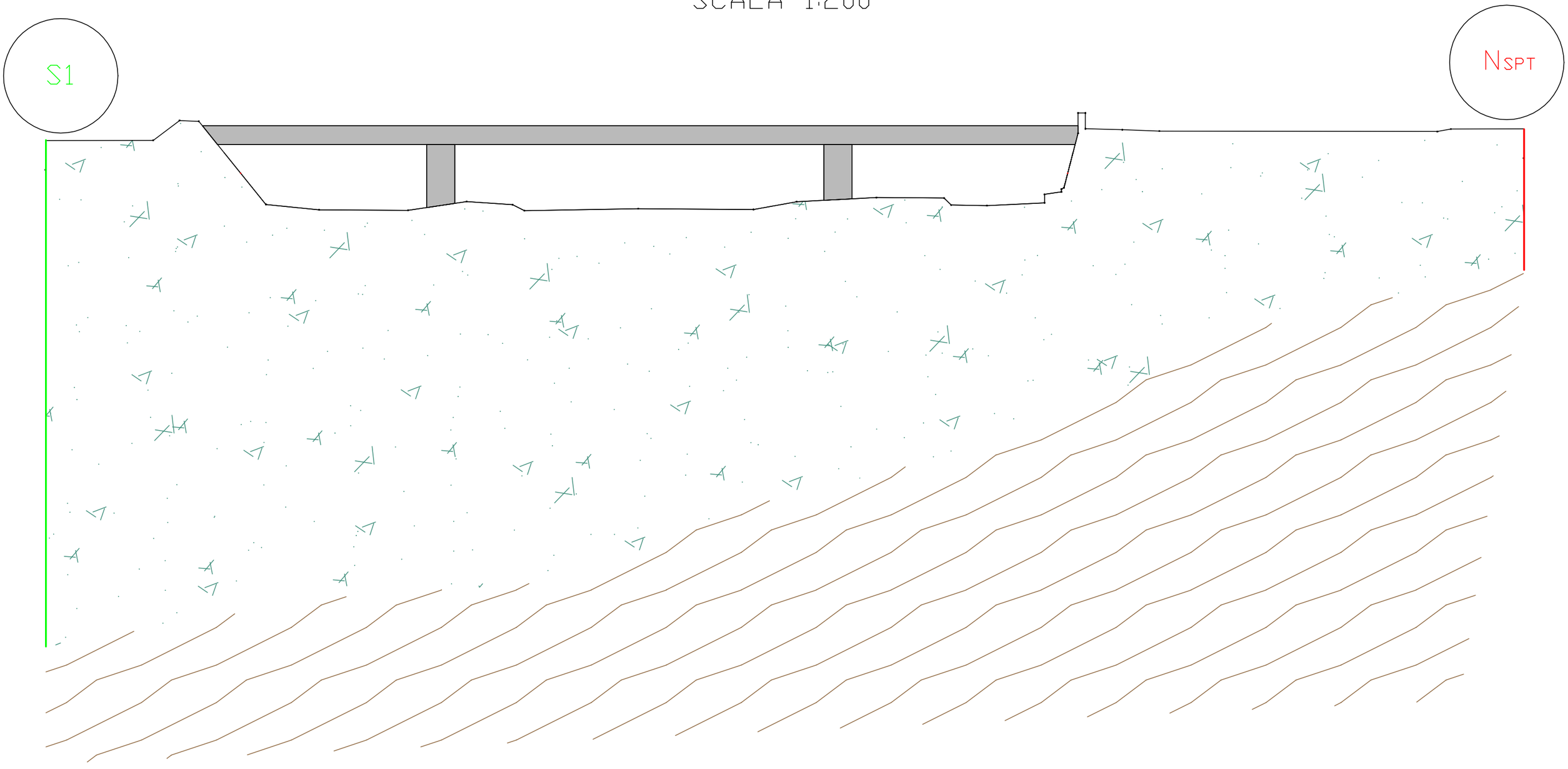
Si rimanda alla fase progettuale definitivo-esecutiva il preciso dimensionamento delle strutture previste: questa fase dovrà essere preceduta da una campagna di indagini geognostiche di dettaglio, volte a verificare con precisione le condizioni stratigrafico-geotecniche degli ambiti di sinistra e destra orografica, in particolare presso il ponte carrabile di monte.

A questo proposito, si rimanda alla tavola rappresentata in Allegato 3, nella quale sono indicate le prove e gli accertamenti propedeutici da svolgere: sono previsti sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro e prelievo di campioni da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio, nonché prove geofisiche volte alla definizione della categoria di suolo sismico (M.A.S.W.) e alla caratterizzazione idrogeologica dei sedimenti di alveo (indagine geoelettrica), indirizzati a verificare le strutture di fondazione dell'impalcato aggettante, che si sviluppa per circa 458 metri lungo la sponda destra orografica.

Dott. Geol. Giovanni DEBELLIS



ALLEGATO 1: SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA PRESSO IL PONTE CARRABILE DI MONTE.
SCALA 1:200



LEGENDA:

- Alluvioni scheletro-portanti ghiaiose e sabbiose, debolmente limose
- Formazione delle Arenarie del Monte Gottero
- S1 — Sondaggio a carotaggio continuo (dato bibliografico)
- NSPT — Nspt da prova penetrometrica pesante (dato bibliografico)

PIANO DI INDAGINI - TORRENTE CASTAGNOLA. COMUNE DI FRAMURA, LOC. FORNACI. SCALA 1:2.500 - UTM WGS84, FUSO 32 NORD.

