



**REGIONE  
CALABRIA**  
**Commissario di Governo**  
per il contrasto del dissesto  
idrogeologico nel territorio della  
Regione Calabria – art. 10 L. n. 116  
dell'11/08/2014



**Interventi integrati di ripristino funzionale e ambientale del reticolo  
idrografico presente della sub - area programma A13-1 nel comune di  
Reggio Calabria.**

**Codice Rendis 18IR266/G1  
CUP J35J16000100001 CIG Z9836E0A22**

**PROGETTO DEFINITIVO**

## **Relazione geologica e geomorfologica**

Codice elaborato	PROGETTAZIONE	SETTORE	CODICE	REVISIONE
	DE	GE	006	0
PROGETTAZIONE <i>Ing. Domenico Ciancio</i>	GEOLOGIA <i>Dott. Attilio Porchia</i>			
IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO <i>Geom. Alessandro Falvo</i>				

## SOMMARIO

1. Premessa.....	2
2. Normativa e documentazione tecnica di riferimento .....	4
3. Posizione geografica del sito di studio.....	5
4. Contesto Geologico generale e sismotettonica.....	8
5. Geologia nell'area del sito in esame .....	12
6. Caratteri Geomorfológicos idrografici ed idrogeologici .....	13
6.1. Idrogeologia .....	18
6.2. Caratteri geomorfologici nell'area oggetto di intervento .....	20
7. Vincoli PAI .....	23
8. Sismicità dell'area .....	26
9. Campagna di indagine geognostica e geofisica.....	32
9.1. Sondaggio geognostico .....	32
9.2. Prove penetrometriche dinamiche .....	35
9.3. Prova geofisica con tecnica MASW.....	36
5 Conclusioni .....	37

## 1. PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva relativa agli **“Interventi integrati di ripristino funzionale e ambientale del reticolo idrografico presente della sub - area programma A13-1 nel comune di Reggio Calabria. Codice Rendis 18IR266/G1 CUP J35J16000100001 CIG Z9836E0A22”**, il presente elaborato riporta l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area oggetto di intervento. L'area, individuata nel database Rendis presenta delle criticità dovute alla presenza di ostacoli al naturale deflusso delle acque lungo l'intero tratto nonché con sezioni irregolari e sovralluvionata. Oltre ciò i muri d'argine si presentano in alcuni tratti danneggiati e con numerosi varchi aperti su entrambe le sponde.

A supporto di questo studio è stata progettata (vedi allegati GE-DE-001-1; GE-DE-002-1; GE-DE-003-1 e GE-DE-004-1) e realizzata, nei mesi di agosto-settembre 2023, una campagna di indagine geognostica e geofisica con lo scopo di caratterizzare dal punto di vista litologico fisico/meccanico e dinamico i depositi presenti al sito di intervento e quindi procedere alla progettazione degli interventi di mitigazione necessari.

L'insieme degli elementi raccolti ha permesso di definire il quadro stratigrafico e idrogeologico locale, le caratteristiche fisico/meccaniche dei terreni di fondazione nonché di valutare la compatibilità geomorfologica dell'area di intervento relativamente ai vincoli esistenti. Tale relazione espone:

- i. contesto geologico regionale e lineamenti geologici dell'area in esame;
- ii. caratteri geomorfologici e idrologici estesi ad un intorno compatibile con possibili fenomeni che possano impattare con il sito di interesse;
- iii. idrogeologia
- iv. sismicità
- v. campagna geognostica e geofisica

Tale elaborato è parte integrante di uno studio più ampio che ha affrontato con singoli elaborati, sviluppati *ad hoc*, i diversi aspetti geologico-tecnici, idrologici e di pericolosità sismica che riguardano l'area di interesse. Nel complesso lo studio geologico si compone dei seguenti elaborati, richiamati nel corso del testo:

*Tabella 1-1 Elenco degli elaborati che compongono lo studio geologico. (Livello di progettazione DE: definitivo; Settore di progettazione GE: geologia.*

Livello di progettazione	Settore di progettazione	Codice elaborato	Revisione	Titolo elaborato
DE	GE	001	1	Relazione sul piano delle indagini geognostiche e geofisiche
DE	GE	002	1	Planimetria dell'area oggetto di intervento
DE	GE	003	1	Carta ubicazione indagini geognostiche e geofisiche
DE	GE	004	1	Piano delle indagini geognostiche e geofisiche. Ortofoto e rilievo fotografico
DE	GE	005	0	Computo metrico estimativo indagini geognostiche e di laboratorio
DE	GE	006	0	Relazione geologica e geomorfologica
DE	GE	007	0	Relazione Idrologica
DE	GE	008	0	Carta Geologica
DE	GE	009	0	Carta Geomorfologica
DE	GE	010	0	Corografia del bacino idrografico della Fiumara Gallico
DE	GE	011	0	Carta delle aree a rischio idraulico
DE	GE	012	0	Carta delle aree a pericolosità e rischio frana
DE	GE	013	0	Relazione sulla pericolosità sismica di base
DE	GE	014	0	Carta Clivometrica bacino idrografico del Torrente Gallico
DE	GE	015	0	Carta idrogeologica e della permeabilità
DE	GE	016	0	Report indagini geotecniche e geofisiche
DE	GE	017	0	Relazione geologico-tecnica e modello di sottosuolo

In particolare gli elaborati DE-GE-001-1, 004-1, 005-0 fanno parte della fase di progettazione della campagna di indagini geognostiche e geofisiche e sono stati consegnati alla Regione nel primo semestre 2023. L'elaborato DE-GE-016-0 viene richiamato nel testo ed è stato realizzato e consegnato dalla società "E3" incaricata della realizzazione della campagna di indagine.

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi in osservanza dei quali è stato elaborato il presente studio sono i seguenti:

- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.M. DM 17.1.2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)”;
- D.M. 11/03/08 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.P.R. 380/01 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- D.M. II.TT. 04/02/08 - Circolare 2 febbraio 2009 , n. 617 “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Legge Regionale 19 ottobre 2009 n.35 – Reg. Regionale del 28 giugno 2012 n° 7;
- PAI CALABRIA Norme di attuazione e misure di salvaguardia del 11.05.2007, testo aggiornato al 02/08/2011;
- Delibera della Giunta Regionale 10/02/2004 n. 47 – Prime disposizioni per l’attuazione dell’ordinanza della Presidenza del consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 /03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Regolamento Regionale n. 15/2016 “Procedure per la denuncia, il deposito e l’autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica” di cui alla L.R. n.37 del 28/12/2015.
- Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000. Cartografia Geologica in formato *Shape File* – Portale cartografico Regione Calabria.
- Strumenti urbanistici Comunali.

### 3. POSIZIONE GEOGRAFICA DEL SITO DI STUDIO

L'area di intervento si trova nel Comune di Reggio Calabria, lungo il corso del Fiume Gallico a sud della frazione Villa San Giuseppe - e ricade nella sezione della Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 n. 602014 alle coordinate 38.186017, 15.677367 (WGS84 (°)); 38.187059, 15.678176 ED50 (°) (coordinate del baricentro dell'area) (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). L'area presenta una larghezza di circa 50 m ed una lunghezza di circa 600 m per un totale di circa 30.000 mq (vedi allegato DE-GE-002-1).

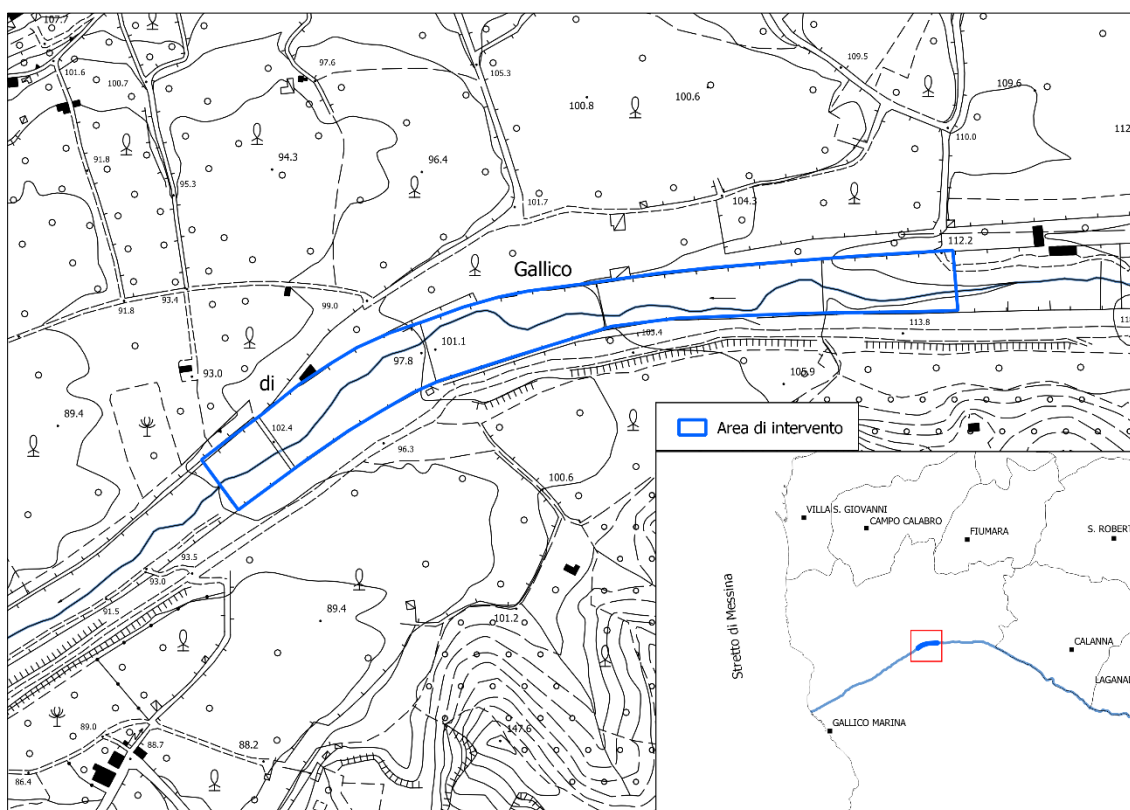


Figura 3-1 Posizione sulla CTR 1:5000 n. 602014.

Da primi sopralluoghi effettuati con il progettista nel mese di novembre 2022 e giugno 2023, il tratto di intervento si presentava mediamente vegetato con una conseguente riduzione della capacità di deflusso delle acque (Figura 3-2 A - B).

Oltre ciò, parte delle 4 briglie presenti lungo il tratto considerato si presentano in condizione di sovralluvionamento, in alcuni casi del tutto interrate.

L'area presenta muri di argine deteriorati e ammalorati in diverse sezioni (Figura 3-2 C - D - E), con molteplici aperture che facilitano l'accesso al letto del fiume. Queste aperture sono spesso sfruttate



come accessi per il deposito illegale di rifiuti derivanti da attività edilizie e urbane, procurando una grave alterazione e degrado ambientale dell'area circostante (Figura 3-2 F - G - H).



A



B



C



D



E



F





G



H

*Figura 3-2 Fotografie del settore di monte del sito di intervento realizzate tra la primavera e l'autunno 2023*



#### 4. CONTESTO GEOLOGICO GENERALE E SISMOTETTONICA

La Calabria è caratterizzata da affioramenti di falde cristalline coinvolte nell'orogenesi Alpina e messe in posto nell'intervallo Oligocene-Miocene Inferiore. In particolare tali unità cristalline con andamento arcuato, sono delimitate a Nord, dalla catena Appenninica s.s. con andamento NW-SE, attraverso la linea di Sanginetto e, a sud, dalla catena Siciliano-Magrebide con andamento E-W, dalla linea di Taormina. Successivamente alla fase di strutturazione della catena conclusasi tra il Messiniano ed il Pliocene, succede, a partire dal Pliocene Superiore e prosegue tuttora, una fase di segmentazione dell'arco che avviene ad opera di sistemi di faglie che possono essere distinti in due gruppi. Un primo gruppo è dato da sistemi longitudinali, paralleli alla catena con andamento che passa da N-S, NE-SW a E-W seguendo l'andamento ad arco della catena. Un secondo gruppo, in corrispondenza del quale si produce la curvatura della catena, è un sistema di faglie trasversali con andamento che passa da direzioni ENE-WSW a E-W, ESE-WNW a NE-SW (Figura 4-1) (Ghisetti, 1979).

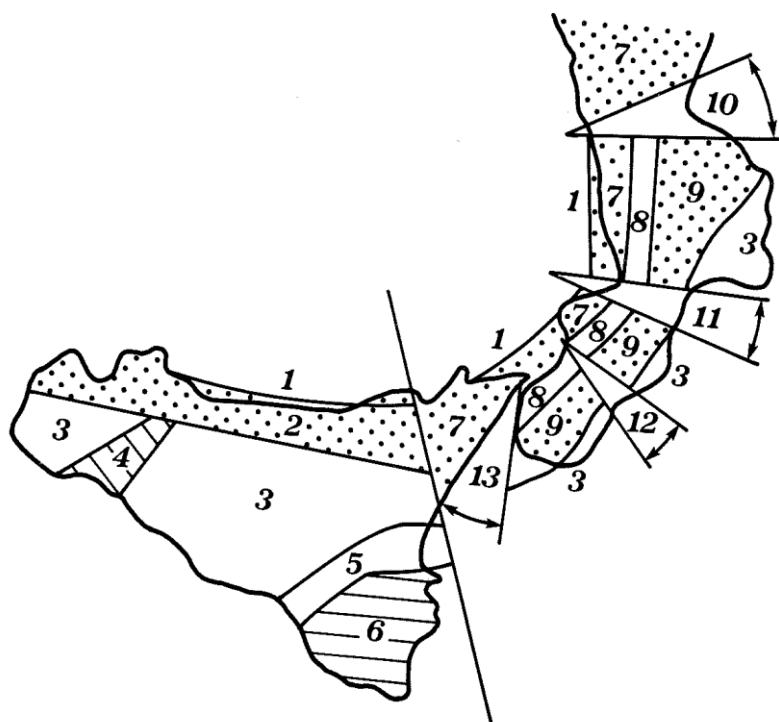


Figura 4-1 Segmentazione a blocchi dell'arco Calabro. 1) Bacini peri-tirrenici di Paola, Gioia e Cefalù; 2) Monti Nebrodi, Madonie e m. di Palermo; 3) Bacini di Crotone-Capo Spartivento, bacini peri-ionici e di Caltanissetta-Castelvetrano; 4) Monti Sicani; 5) Fossa Catania-Gela; 6) Monti Iblei; 7) Gruppo del Pollino, catena costiera Calabria, Capo Vaticano, Monti Peloritani; 8) Fosse dell'alto Crati e del Mesima; 9) Sila, Serre, Aspromonte; 10) Fossa del basso Crati-Sibari; 11) Fossa di Catanzaro; 12) Fossa di Siderno; 13) Fossa di Messina (da Ghisetti, 1979).

La fase estensionale ha quindi prodotto quella che viene indicata come “*rift-zone siculo-calabra*” (Monaco & Tortorici, 2000) (Figura 4-2), costituita dalle suindicate direttrici di faglia sismogeniche.

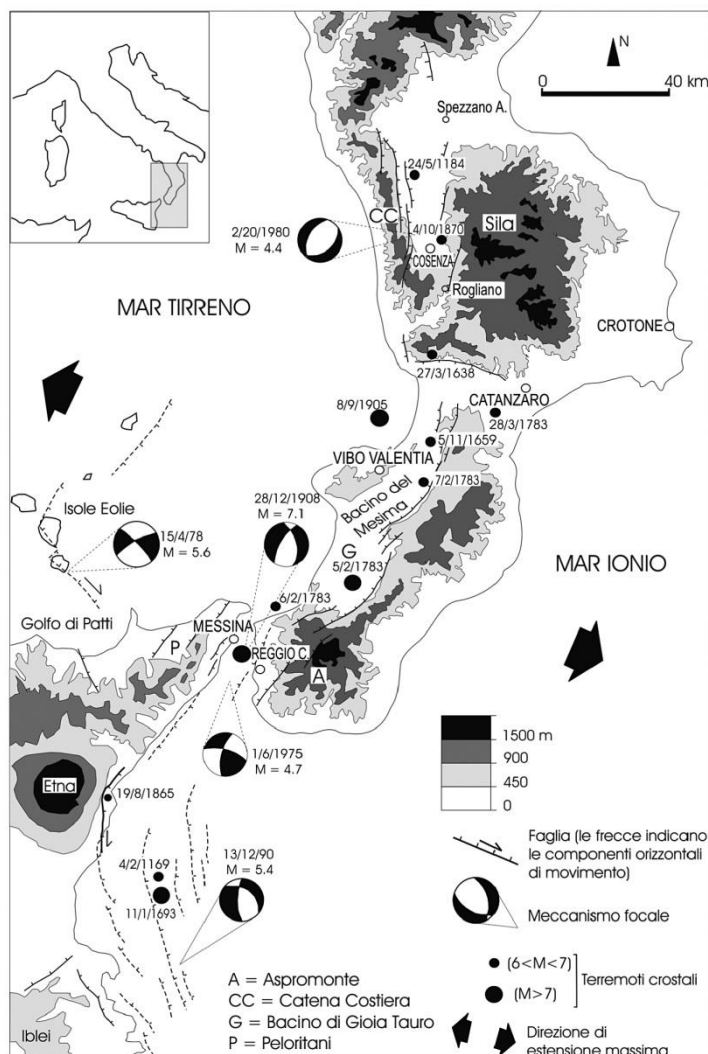


Figura 4-2 Caratteri sismotettonici della "rift-zone calabro-sicula" (da Monaco & Tortorici, 2000).

Contestualmente sono venuti a crearsi bacini sedimentari, sia marini che continentali, disposti sia parallelamente che trasversalmente all'arco e blocchi sollevati. I nuclei centrali della catena Sila-Serre-Aspromonte risultavano già emersi nel Pliocene Inferiore. Nel blocco Silano sono assenti depositi Pliocenici mentre nelle Serre-Aspromonte i depositi Plio-Pleistocenici si rastremano procedendo verso l'entroterra (Ghisetti, 1979). Sempre ad andamento longitudinale sono gli allineamenti di faglia che bordano i blocchi Sila-Serre-Aspromonte lungo il lato Ionico, determinando il sollevamento della struttura cristallina rispetto ai bacini peri-ionici e dislocando i depositi Pleistocenici con rigetti fino a 50-100 metri con tassi di fino a 4 mm/anno.

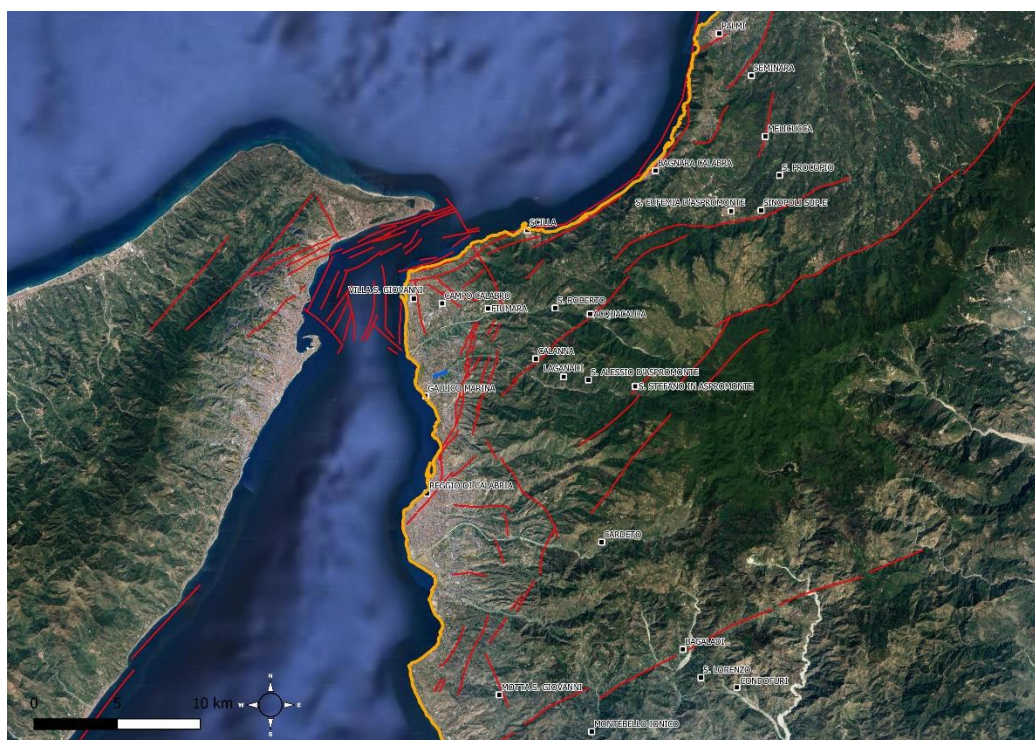


Figura 4-3 Distribuzione delle faglie attive e capaci nell'area dello Stretto di Messina e lungo il versante occidentale dell'Aspromonte (estratto dal database ITHACA, ISPRA).

L'arco fin qui descritto, infatti, non rappresenta un elemento unitario ma presenta delle differenze sostanziali nell'assetto tettonico/stratigrafico che lo suddividono, l'ungo un imprecisato limite che da Capo Vaticano arriva a Soverato, in due settori. Settentrionale e Meridionale (Tortorici, 1982). Considerando il settore meridionale e contrapponendolo a quello settentrionale di seguito sono elencate le principali differenze secondo gli autori (Figura 4-4):

- Mancanza di unità ofiolitiche
- Mancanza di metamorfismo alpino nelle unità cristalline;
- Mancanza di unità carbonatiche Appenniniche sottostanti alle unità cristalline;
- Età delle principali deformazioni nelle unità cristalline tra l'Eocene sup. e Miocene inf. e polarità meridionale delle strutture (il settore settentrionale presenta polarità europea e età delle deformazioni principali Cretacica).

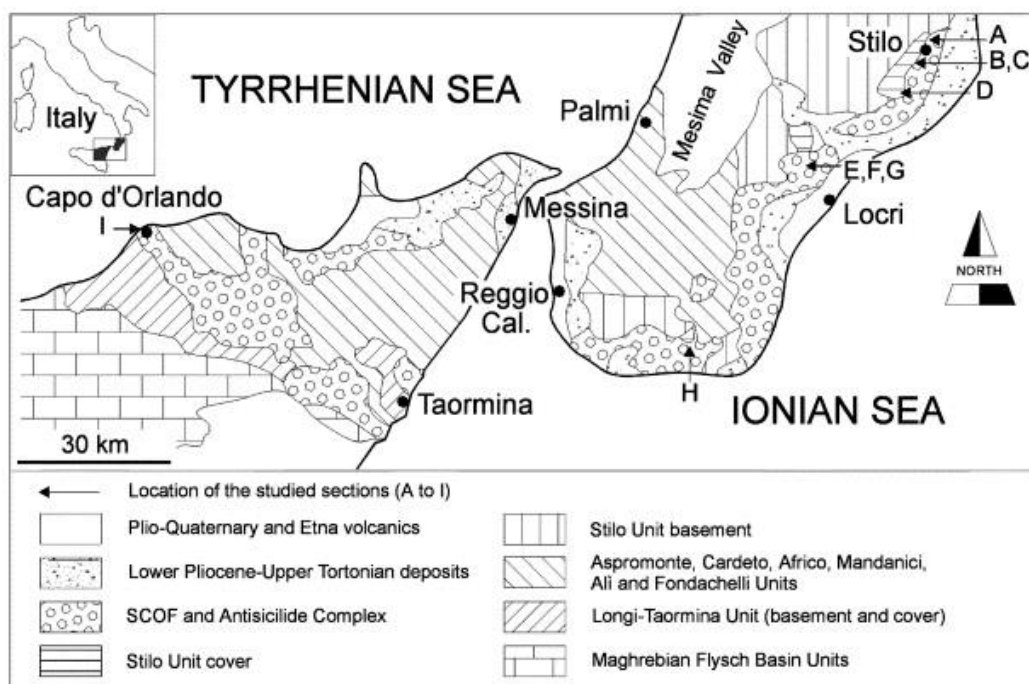


Figura 4-4 Schema geologico-strutturale del settore meridionale dell'Arco calabro-peloritano. (da Bonardi et al. 2002).

In tale settore alle unità cristalline di base si sovrappongono le coperture sedimentarie mesozoiche. L'unità geometricamente più bassa è quella di Longi-Taormina composta da semiscisti con intercalazioni di quarziti, metapeliti e metacalcari.

Tettonicamente sovrapposta troviamo l'Unità di Mandaci costituita prevalentemente da Filladi con frequenti intercalazioni di quarziti e calcescisti, interessata da metamorfismo ercinico in facies di scisti verdi. Proseguendo geometricamente verso l'alto troviamo l'Unità dell'Aspromonte estesamente affiorante nell'area di interesse, costituita da paragneiss biotitici e micascisti granatiferi.

A seguire nella sequenza troviamo l'Unità di Stilo che affiora lungo le Serre e nel settore meridionale dell'Aspromonte. Questa è costituita da paragneiss biotitici, micascisti granatiferi ed anfiboliti, con metamorfismo ercinico in facies tra scisti verdi ed anfibolitica.

Su tali unità descritte, si deposita fino al Langhiano, la formazione di Stilo-Capo d'Orlando (SCOF) costituita da torbiditi arenaceo-conglomeratiche-pelitiche, seguita da argille scagliose cretaceo-oligoceniche. Su tali argille scagliose si depositano le serie Mioceniche e, in discordanza angolare, i sedimenti plio-pleistocenici in facies deltizia e continentale. Questi depositi, comunemente sotto forma di terrazzi fluviali o costieri, hanno giacitura sub orizzontale e si ritrovano a quote che possono superare i 1000m s.l.m., a testimonianza del rapido sollevamento quaternario dei terrazzi calabresi. La sequenza deposizionale si chiude con depositi alluvionali francamente continentali.



## 5. GEOLOGIA NELL'AREA DEL SITO IN ESAME

Per l'inquadramento geologico di dettaglio dell'area di studio è stata utilizzata la Carta CASMEZ realizzata dalla Cassa per il Mezzogiorno mediante rilevamento geologico realizzato negli anni dal 1958 al 1963, con la direzione e collaudo del Servizio Geologico d'Italia e stampato negli anni dal 1967 al 1971, comprendente tutto il territorio dell'intera regione con 182 tavolette alla scala di 1:25000 (Fig. 21). Nel 2000 la regione ha provveduto alla rasterizzazione, vettorializzazione e strutturazione di un DB topografico, prodotto in collaborazione con l'Ordine dei Geologi della Calabria. La carta geologica è disponibile come open data nel geoportale della Regione Calabria (<http://geoportale.regione.calabria.it/opendata>).

L'area in esame ricade nella zona centrale del Bacino di Reggio Calabria posto tra il bordo sud-occidentale dell'Aspromonte e lo Stretto di Messina. Nel Bacino di Reggio, si sono susseguiti diversi cicli di sedimentazione. I sedimenti più antichi, depositi in aree marine peri-costiere e generalmente a debole profondità, risalgono al Miocene e sono sovrastati da potenti successioni, spesso in forte discordanza stratigrafica e angolare, di sedimenti plio-pleistocenici di facies deltizia e continentale (Ghiaie e sabbie di Messina) ricoperti al tetto da depositi olocenico – attuali di facies francamente continentale (Depositi di terrazzo e Depositi alluvionali).

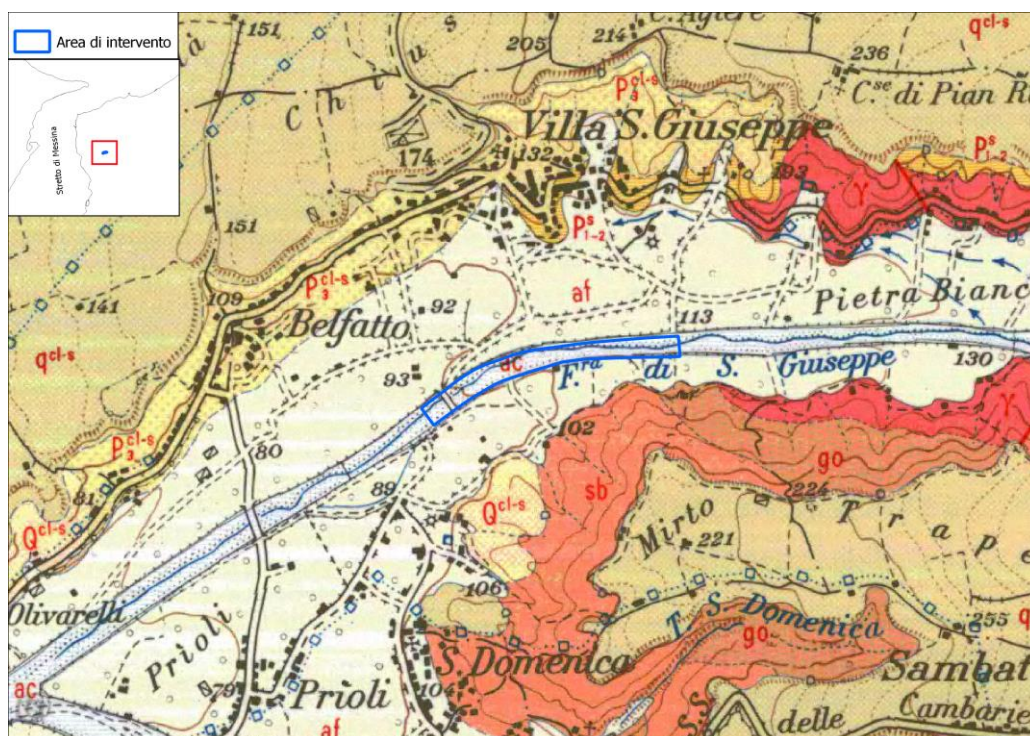


Figura 5-1 Estratto della Carta Geologica della Calabria alla scala 1:25.000 Casmez. In blu evidenziato il tratto oggetto di intervento.



La Figura 5-1 e la carta geologica allegata allo studio (elaborato DE-GE-008-0) riportano la geologia in corrispondenza e negli immediati dintorni dell'area oggetto di intervento. In particolare, il bordo settentrionale della valle della Fiumara Gallico è costituito da depositi terrazzati di origine marina (qcl-s) e da depositi sabbiosi pleistocenici ( $P^{cl-s}_3$ ,  $P^{s}_{1-2}$ ) immergenti verso lo stretto di Messina a testimonianza delle condizioni di sedimentazioni. I depositi marini terrazzati, indicati con la sigla “gn” nella cartografia del CARG alla scala 1:50.000 fanno parte di un sistema di 5 ordini di terrazzi posti, nell'area del Gallico, a quota dai 140 ai 110 m sul livello del mare.

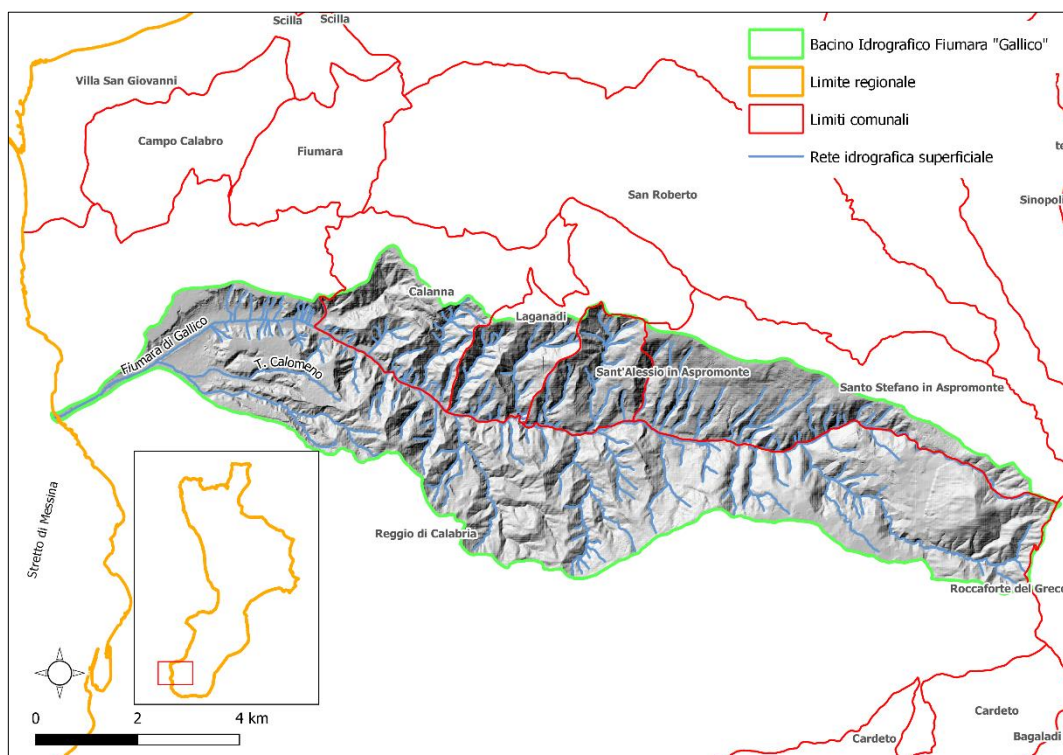
Il fondo valle è occupato nella parte centrale dalle alluvioni attuali principalmente sabbioso-ghiaiose con orizzonti limosi (ac) che passano a depositi di spiaggia lungo la costa. Indagini geognostiche pregresse, eseguite lungo il fondovalle, confermano la natura litologica dei depositi costituiti principalmente da alternanze di sabbie-ghiaiose con ciottoli di dimensioni centimetriche. Lo spessore si aggira intorno ai 20 m. Tali depositi sono bordati dalle alluvioni più antiche sabbioso-ghiaiose eterometriche e poligeniche, fissate dalla vegetazione e ricoperte da uno strato pedogenizzato limoso-argilloso di qualche metro di spessore (af).

Nel versante meridionale della valle del Gallico affiorano unità cristallino-metamorfiche ( $\gamma$ , go e sb) costituite da granodioriti e graniti, scisti e gneiss. Tali depositi si trovano in uno stato di alterazione avanzato tanto da assumere le caratteristiche litotecniche di una terra.

## 6. CARATTERI GEOMORFOLOGICI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

La Fiumara “Gallico” nasce ad una quota di circa 1700 m s.l.m. sul versante nord-occidentale dell'Aspromonte. In particolare, la confluenza dei torrenti “Troia” e “Mitta”, genera ad una quota di circa 730 m s.l.m. la fiumara “Gallico” la quale mantiene il toponimo fino alla foce.

Il bacino idrografico del Torrente Gallico, individuato con l'Id. 41 nella carta idrografica della Regione Calabria, ricade per ampia parte nel Comune di Reggio Calabria ove l'asta principale rappresenta fa da confine con i comuni di Calanna, Laganadi, S. Alessio in Aspromonte e S. Stefano in Aspromonte. Il bordo orientale del bacino corre lungo il confine comunale di Roccaforte del Greco (Figura 6-1 e allegato DE-GE-010-0).



*Figura 6-1 Inquadramento territoriale de bacino idrografico del Torrente Gallico.*

Dal limite orientale dello spartiacque (1700 m s.l.m.) e fino a quote di circa 550 m s.l.m. il corso d'acqua si presenta confinato in versanti rocciosi fortemente incisi. Dai 550 m s.l.m. verso valle il letto subisce un progressivo allargamento che raggiunge le sue massime estensioni nelle aree di valle a partire dai 270 m s.l.m. fino alla foce (Figura 6-2).

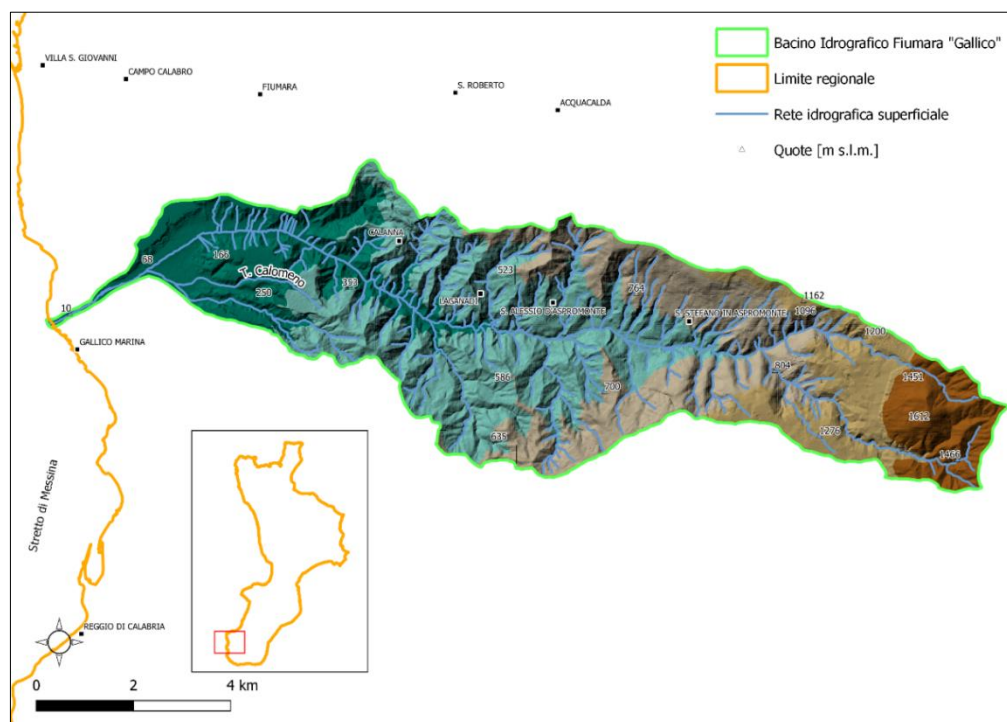


Figura 6-2 Altimetria del bacino elaborata dal DTM con risoluzione a 5 m della Regione Calabria..

Tale configurazione è in linea con i litotipi affioranti nel bacino e costituiti per ampia parte da Unità cristallino-metamorfiche che danno espressione a paesaggi con versanti acclivi e più resistenti ai processi di erosione mentre, nelle porzioni di valle, le unità terrigene più propense ad essere erose, permettono un allargamento della valle e generano un paesaggio del tipo collinare con pendenze inferiori (Figura 6-3).



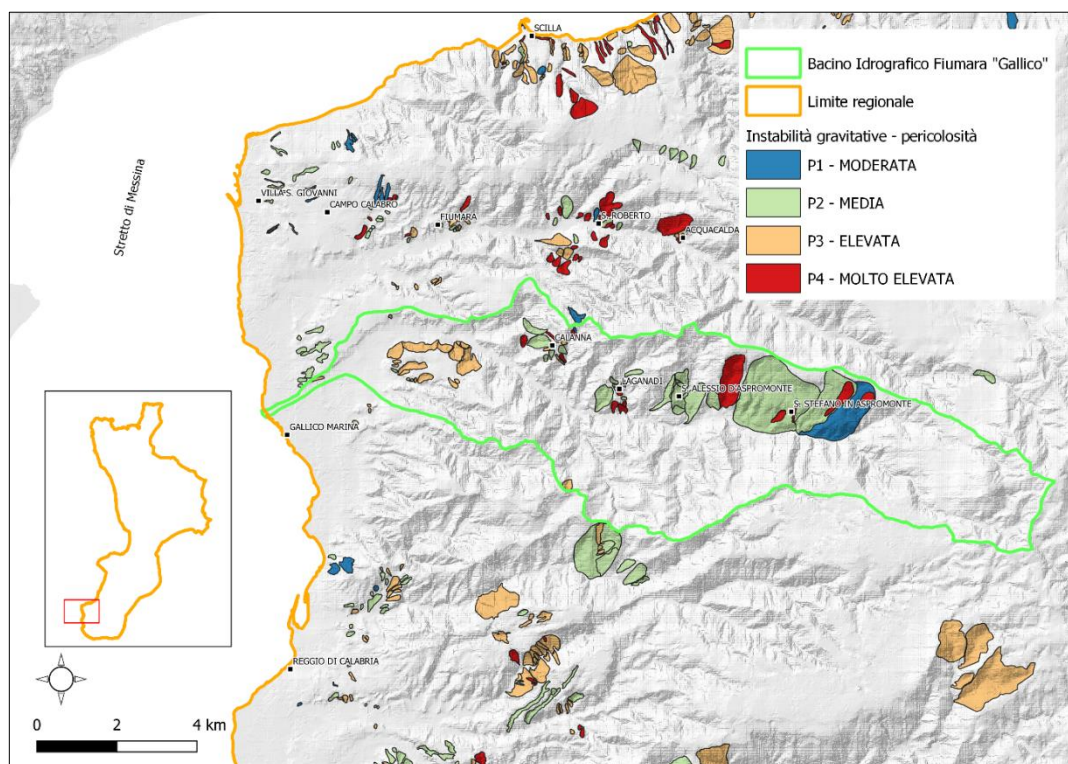


Figura 6-4 Distribuzione delle instabilità di versante nell'area. (Fonte PAI).

Il bacino idrografico si estende per un'area di circa 60 km<sup>2</sup> e presenta un'altitudine media di 715 m s.l.m. dedotta dall'elaborazione della curva ipsografica di bacino (Figura 6-5). La tabella che segue riporta i principali parametri morfometrici elaborati a partire dal DTM regionale con risoluzione 5mX5m (Tabella 6-1). Per maggiori dettagli sulla morfometria e i caratteri idrologici del bacino si rimanda alla relazione idrologica, elaborato DE-GE-007-0.

Tabella 6-1 Principali parametri morfologici del bacino. I calcoli sono stati eseguiti utilizzando come base il DTM 5x5 messo a disposizione dalla Regione Calabria.

Sup. tot. [km <sup>2</sup> ]	Quota massima [m s.l.m.]	Quota minima [m s.l.m.]	Quota media [m s.l.m.]	Pendenza media bacino [°]	Pendenza massima bacino [°]
59,667	1795,99	0,00	715,95	23,96	89,47



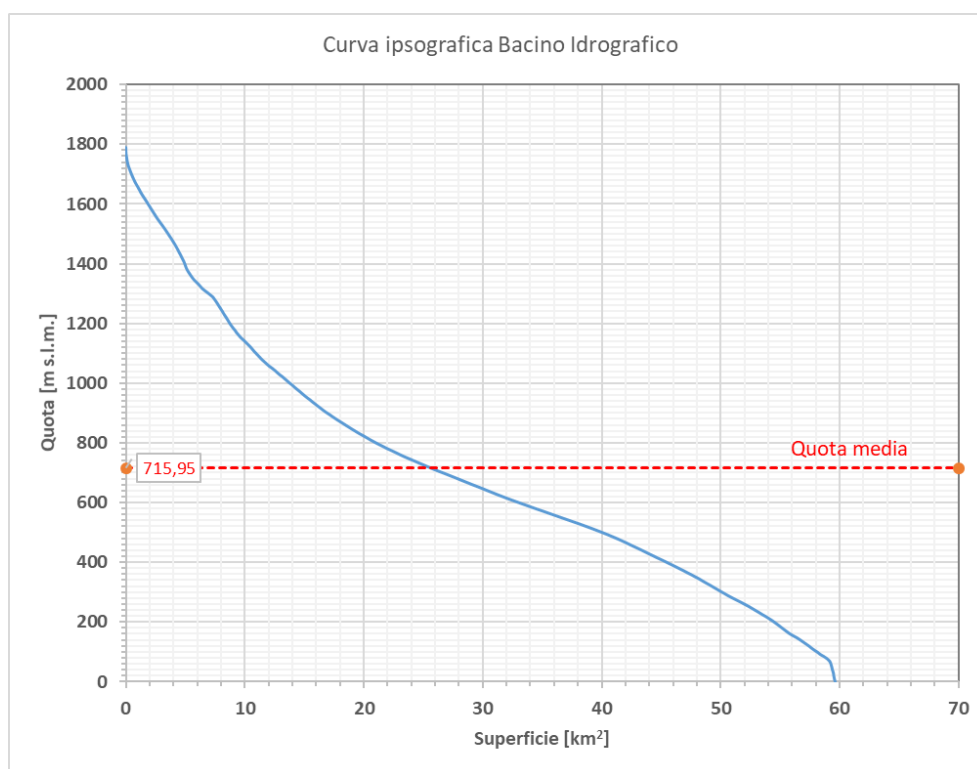


Figura 6-5 Curva ipsografica del bacino ricavata dall'elaborazione del DTM regionale a risoluzione 5x5

## 6.1. Idrogeologia

Per quanto riguarda i caratteri idrologici principali, l'asta principale della fiumara Gallico presenta una lunghezza di 24 km calcolata fino alla foce con una pendenza media di circa 4°. Questa riceve apporti da numerose incisioni secondarie di ordine fino al IV, provenienti da ambo i versanti del bacino. Tali linee di drenaggio secondarie sono alimentate principalmente da acque meteoriche che vi confluiscono e che gli conferiscono un carattere torrentizio con conseguente elevata capacità erosiva e di trasporto solido.

Dal punto di vista idrogeologico in relazione alla distribuzione delle unità litologiche (Figura 6-3) è possibile distinguere aree a permeabilità differente la quale incide sulla capacità di alimentazione degli acquiferi o, al contrario, a favorire il ruscellamento superficiale. La Figura 6-6 riporta la permeabilità dei complessi litologici ricadenti all'interno dei limiti di bacino idrografico della Fiumara Gallico, consentendo di identificare principalmente 3 complessi idrogeologici (vedi elaborato DE-GE-015-0).

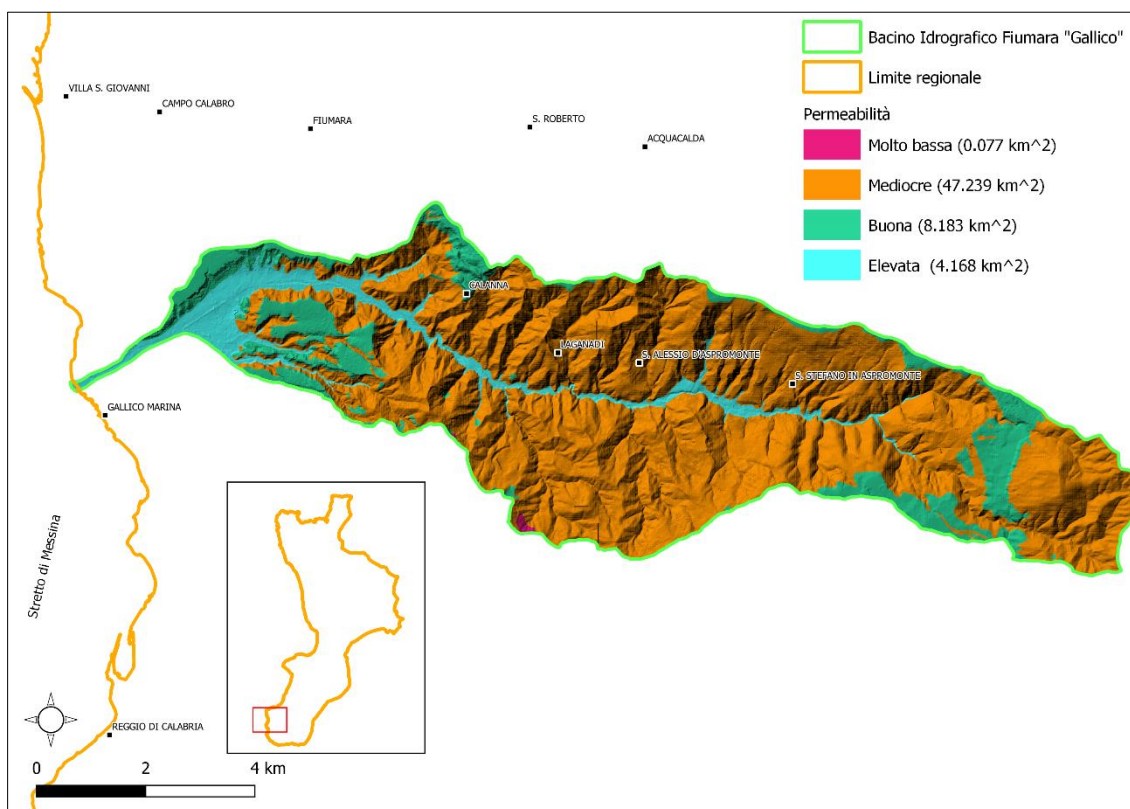


Figura 6-6 Carta della permeabilità dei complessi litologici affioranti all'interno del bacino idrografico della Fiumara Gallico.

Il primo, e più vasto, con permeabilità mediocre è costituito dalle aree occupate dal complesso cristallino-metamorfico il quale presenta un tipo di permeabilità secondaria dovuta alla fratturazione e, superficialmente, al grado di alterazione.

Il secondo, con permeabilità buona, è riferibile ai depositi sabbiosi, conglomeratico-sabbiosi plio-pleistocenici e ai terrazzati sabbioso-conglomeratici i quali presentano spessori non molto elevati e spesso sono sede di falde effimere legate al regime delle precipitazioni.

Il terzo è dato dai depositi alluvionali di fondovalle che, costituiti da sabbie e ghiaie alluvionali, presentano una permeabilità elevata. La Figura 6-7 riporta il particolare delle classi di permeabilità in corrispondenza dell'area oggetto di intervento nella quale, ai depositi con elevata permeabilità riferibili alle alluvioni recenti, si affiancano i depositi con buona permeabilità riferibili ai depositi terrazzati sabbioso-conglomeratici dai quali la falda idrica converge verso l'acquifero alluvionali principale (vedi elaborato DE-GE-015-0).

Nel corso delle indagini geognostiche (eseguite nel periodo agosto-settembre 2023) non è stata riscontrata la presenza di una falda la quale si ritiene essere fortemente legata ai cicli stagionali.

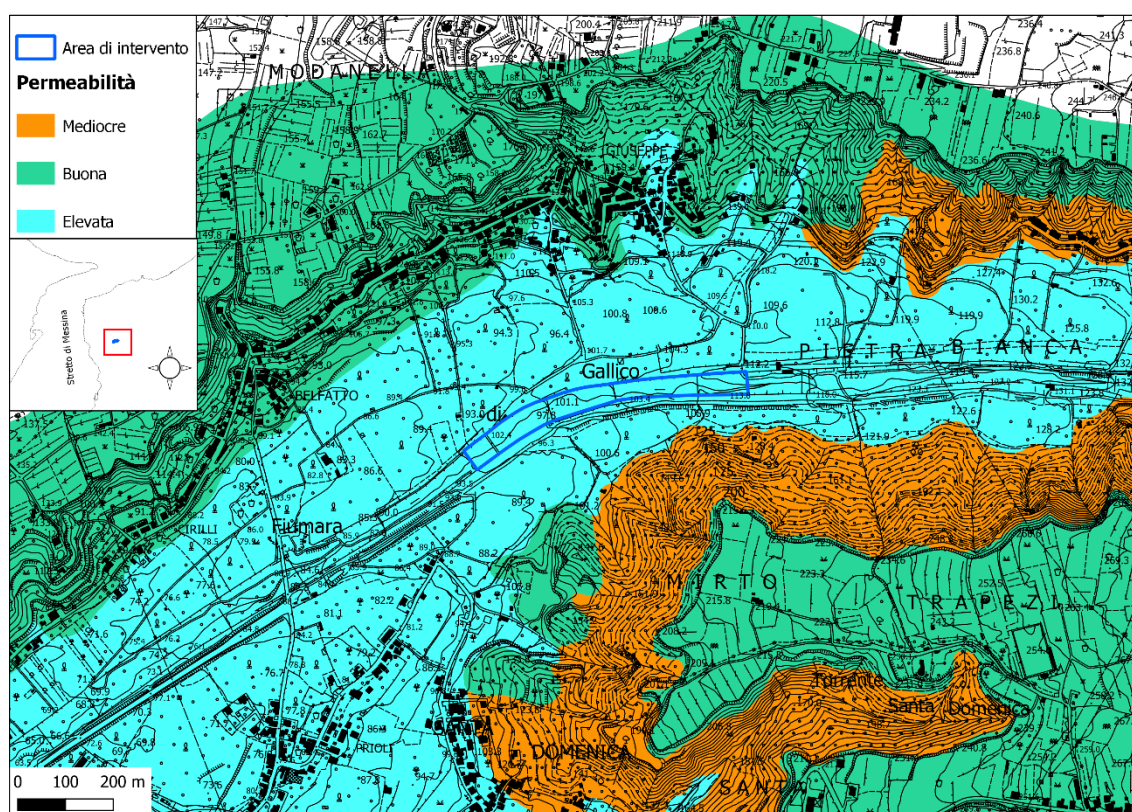
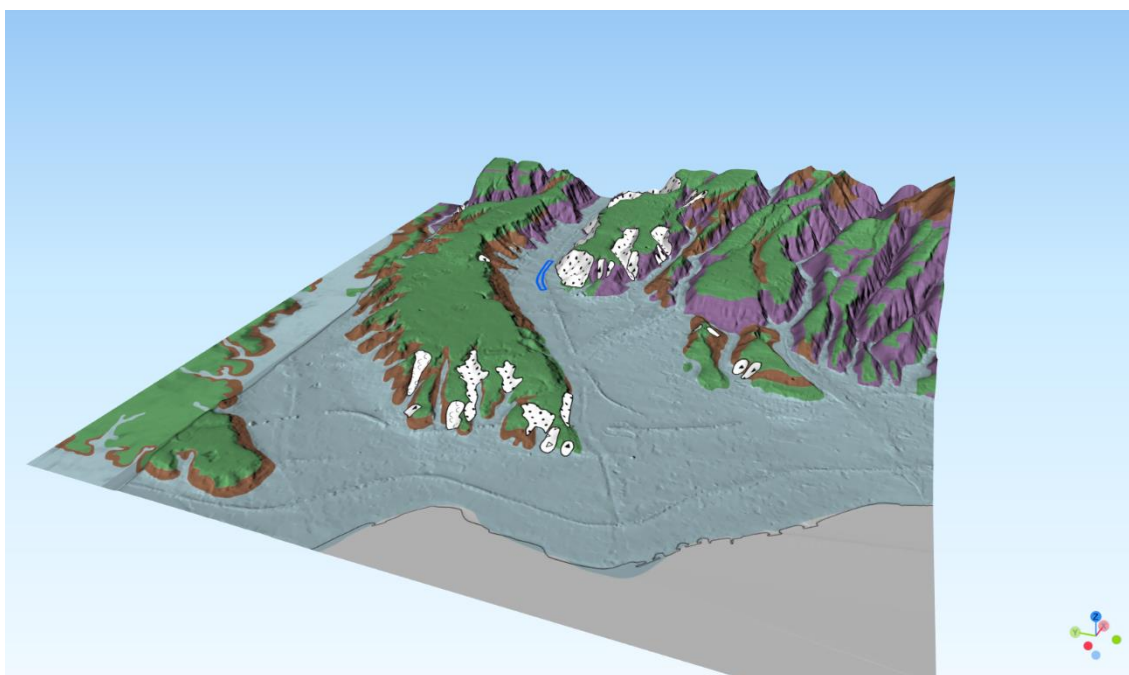


Figura 6-7 Particolare della permeabilità in corrispondenza dell'area oggetto di intervento (per maggiore dettaglio vede allegato DE-GE-015-0).

## 6.2. Caratteri geomorfologici nell'area oggetto di intervento

Le morfologie osservabili sono legate alle vicissitudini geologiche che l'area ha subito nel corso delle ere geologiche, presentandosi con tutta una serie di morfosculture che ne testimoniano le varie fasi. L'ossatura geologica è rappresentata dalle formazioni Paleozoiche, le quali come precedentemente trattato, costituiscono il litotipo più resistente andando a costruire morfologie accentuate sebbene presenta localmente una coltre di alterazione superficiale che può raggiungere anche le decine di metri dando luogo a movimenti gravitativi superficiali. Alle Formazioni Paleozoiche si contrappongono i depositi Plio-Pleistocenici i quali con giacitura ad *on-lap* si rastremano procedendo verso l'entroterra e raggiungono la costa formando blande dorsali allungate in direzione E-W incise dai numerosi canali di drenaggio. La parte sommitale di tali dorsali appare piatta a testimoniare un ambiente deposizionale in corrispondenza di una paleo-piana costiera successivamente reincisa dall'azione fluviale. Le formazioni terrazzate Plio-Pleistoceniche, sebbene localmente addensate o cementate costituiscono morfologie con pendenze nettamente più basse rispetto a quanto succede per le formazioni cristalline Paleozoiche integre. Ciò nonostante come

riportato nella carta geomorfologica dell'area riprodotta nell'elaborato DE-GE-009-0, le formazioni terrazzate rappresentano nell'area di valle in prossimità della foce, il litotipo più competente dando vita a morfologie più accentuate con scarpate che bordano la valle fluviale e lungo le quali si impostano processi gravitativi di versante (Figura 6-8). Lo stato di attività di tali processi è quiescente e la possibile riattivazione può essere dovuto, oltre che a fenomeni meteorologici eccezionali, anche a fenomeni di alluvionamento con scalzamento alla base. Stesso processo che nel tempo ha prodotto l'arretramento dei versanti.



*Figura 6-8 Vista 3d della piana alluvionale della Fiumara Gallico (esagerazione verticale 2x). In verde i depositi terrazzati; con fondo bianco i dissesti gravitativi di versante. Per la legenda fare riferimento all'elaborato DE-GE-009-0. Il blu è riportato il tratto oggetto di intervento.*

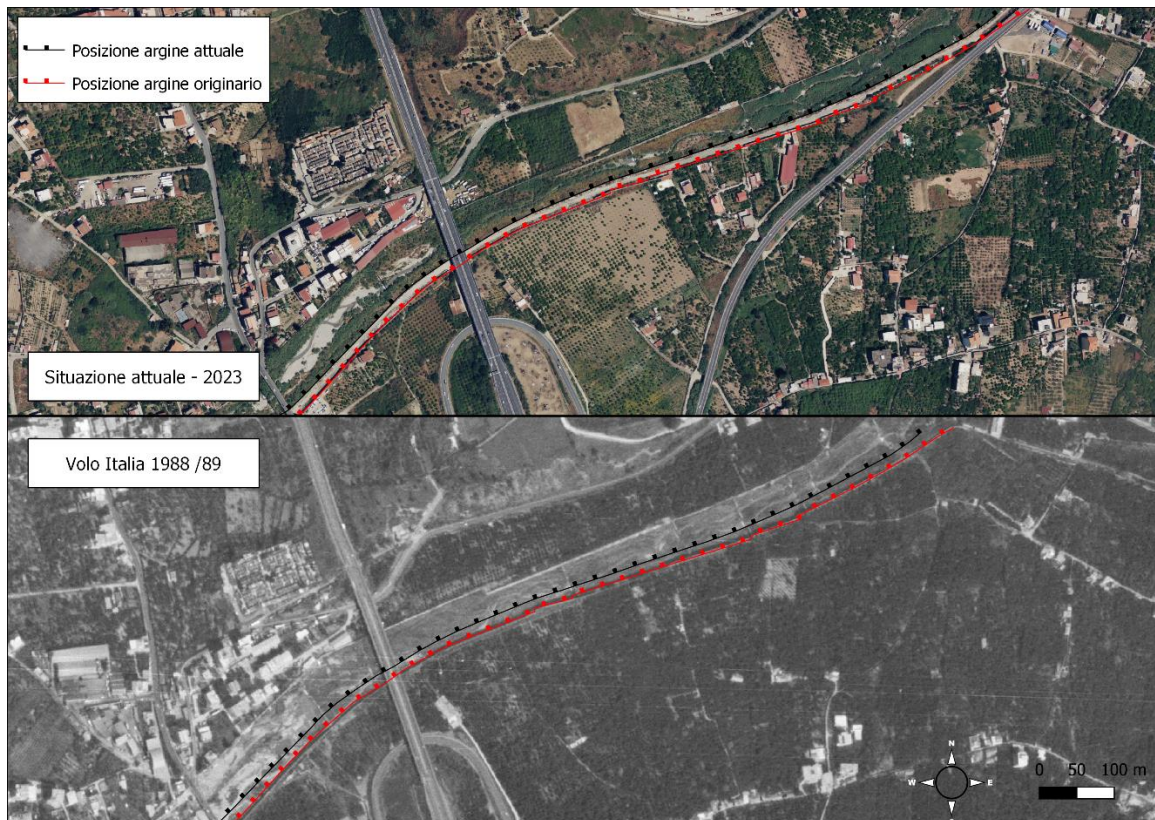
Il fondovalle che si raccorda con pendenze blande verso la linea costa è occupato dai depositi alluvionali recenti principalmente sabbioso-ghiaiosi, con livelli limosi principalmente legati alle variazioni della dinamica fluviale.

L'intero tratto della fiumara oggetto di intervento scorre entro argini artificiali costruiti in c/a fino alla foce presentando una ampiezza media di 50 m con massimi di 100 alla foce. C'è da segnalare come nel corso degli anni, a differenza di numerosi varchi attualmente aperti, l'ampiezza originaria del letto fluviale entro cui scorreva il corso d'acqua nel tratto in esame non sia cambiata. La Figura 6-9 riporta il confronto tra l'ortofoto satellitare che mostra la situazione attuale e l'ortofoto aerea del Volo Italia risalente al 1988/89. Tale situazione non si mantiene invariata procedendo verso la foce



al di fuori del tratto di intervento ove, per far spazio alla Via del torrente, la sezione di drenaggio è stata ridotta.

In particolare la Figura 6-9 mostra il dettaglio del punto ove inizia il restringimento dell'argine, in corrispondenza del viadotto della ss 18 Tirrena inferiore, a valle del viadotto autostradale e fino all'incrocio con la statale per Gambarie a nord-est.



*Figura 6-9 Posizione attuale dell'argine lungo la sponda in sinistra idrografica (in alto) a confronto con la posizione originaria ripresa dall'ortofoto aerea del Volo Italia 1988/89 (in basso). Particolare del tratto iniziale del restringimento a valle del tratto oggetto di intervento.*



## 7. VINCOLI PAI

Il Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale Calabria (ABR), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo. Lo scopo è quello di perseguire adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico relativamente alla dinamica dei versanti e alla pericolosità da frana e rispetto all'assetto idraulico relativamente alla dinamica dei corsi d'acqua e alla pericolosità da inondazione/alluvione.

In particolare nelle aree interessate da fenomeni franosi e in quelle in cui sussiste un rischio inondazione il PAI disciplina l'uso del territorio secondo 4 classi di rischio:

- R4 Rischio molto elevato
- R3 Rischio elevato
- R2 Rischio medio
- R1 Rischio basso

Le aree a rischio frana ed i relativi interventi sono regolamentati dagli articoli dal 16 al 20 delle "Norme di attuazione e misure di salvaguardia" redatte dall'ABR mentre, le aree con rischio idraulico sono regolamentate dagli articoli dal 21 al 26 delle stesse norme.

Alle aree delimitate dal PAI si aggiungono quelle delimitate dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) soggette a prescrizioni riportate nelle misure di salvaguardia. In particolare, le **prescrizioni sulle misure da adottare nelle Aree di attenzione del PGRA**, per come riportate all'art. 4 – Disposizioni per le aree di attenzione sono:

- a. *migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;*
- b. *non comportare significative alterazioni morfologiche o topografiche e un apprezzabile pericolo per l'ambiente e le persone;*
- c. *non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;*
- d. *non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;*
- e. *non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi individuati dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;*
- f. *garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;*

- g. *limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;*
- h. *rispondere a criteri di basso impatto ambientale, facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.*

Nelle aree di attenzione PGRA sono consentiti esclusivamente:

- a. *gli interventi volti a ridurre la vulnerabilità dei beni presenti nelle aree di attenzione PGRA, nonché gli interventi idraulici di regolazione, di regimazione e di manutenzione volti al miglioramento delle condizioni di deflusso e tali da non aumentare il rischio di inondazione a valle, da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva e nel rispetto delle componenti ambientali e degli habitat fluviali eventualmente presenti;*
- b. *gli interventi di demolizione dei corpi di fabbrica esistenti, anche con ricostruzione con incremento massimo di volumetria pari al 20% di volumetria utile e utilizzando criteri costruttivi volti alla riduzione della vulnerabilità;*
- c. *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. 328/2001 e s.m. e i., con aumento di superficie o volume non superiore al 20%;*
- d. *la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non producano un significativo incremento del valore del rischio idraulico dell'area;*
- e. *l'espianto e il reimpianto di colture;*
- f. *la realizzazione di annessi agricoli purché dispensabili alla conduzione del fondo;*
- g. *tutti gli ulteriori interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, compresi quelli di cui alle lett. b) e c), senza le limitazioni imposte, a condizione che non comportino apprezzabili alterazioni al regime idraulico dei luoghi.*

*Gli interventi idraulici di cui alla lettera a) devono essere corredati da uno studio idrologico e idraulico predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente, che individui le condizioni di pericolosità e rischio esistenti e garantisca il rispetto delle condizioni imposte alla medesima lettera a).*

*Gli interventi di cui alla lettera d), a esclusione di quelli di manutenzione, devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente che valuti i livelli di pericolosità e/o rischio della zona d'interesse ante e post operam e garantisca la compatibilità degli interventi con le disposizioni della normativa del Piano Stralcio.*

*Gli interventi di cui alla lettera g) devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente, che determini i livelli di pericolosità e/o rischio della zona d'interesse e la compatibilità degli interventi a farsi con le disposizioni delle norme di attuazione.*

\*

Inoltre, l'art. 5 – *Pareri di compatibilità dell'Autorità di Bacino* prescrive che:

***Gli interventi consentiti di cui all'art. 4 lettere a), d) e g), per i quali è prevista la predisposizione dello studio idrologico e idraulico e/o lo studio di compatibilità idraulica, sono soggetti al parere vincolante dell'Autorità di Bacino, che potrà fornire anche le eventuali prescrizioni per il rispetto di tutte le disposizioni di cui all'art. 4.***

*Per gli inerenti di cui ai restanti punti b), c), e) ed f), l'Autorità di Bacino potrà essere sentita, qualora i relativi interventi per dimensione e complessità possano avere rilevanza in rapporto alle condizioni di pericolosità e rischio idraulico dell'area interessata; in tal caso, l'AdB potrà, eventualmente, richiedere la redazione dello studio di compatibilità idraulica.*

Nello specifico dell'area in esame, sono stati consultati gli elaborati del Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico e del PGRA, sia per la parte di dissesto gravitativo che per la parte idraulica (Figura 7-1).

Per ciò che riguarda il rischio frana, si evidenzia la presenza sul versante meridionale della valle alluvionale (sinistra idrografica) di areali in frana quiescenti a pericolosità P3 (vedi elaborati cartografici DE-GE-009-0 e DE-GE-012-0) ai quali non corrispondono zone di rischio nonostante la presenza della strada a scorrimento veloce per Gambarie.

Per quanto riguarda il rischio Idraulico, vi è la presenza di una zona di rischio R4 lungo l'intera valle fluviale nel settore oggetto di intervento, oltre alla presenza di aree di attenzione PAI (di cui all'Art.24 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia) e PGRA normate dagli articoli precedentemente riportati (vedi allegato DE-GE-011-0).

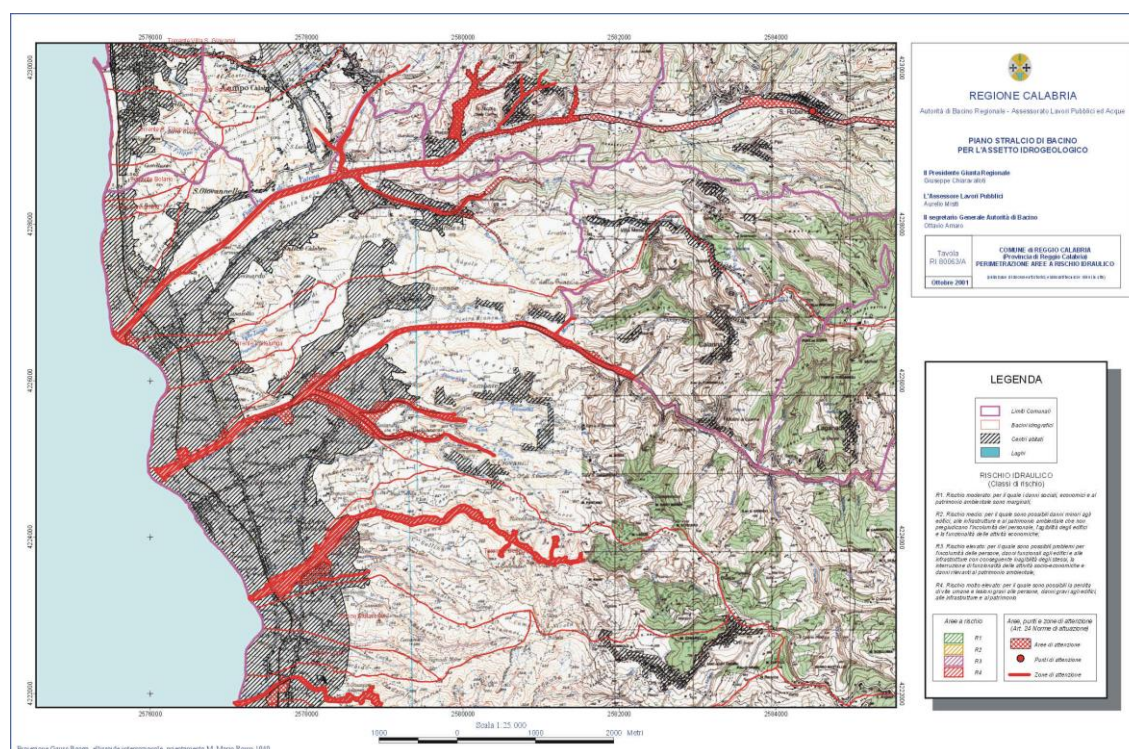


Figura 7-1 Piano Stralcio di Bacino per L'assetto Idrogeologico - Perimetrazione aree a rischio idraulico, TAV. RI80063/A

8. SISMICITÀ DELL’AREA

La storia sismica del Comune di Reggio Calabria può essere sinteticamente visualizzata nella Figura 8-1 i cui dati sono riportati nella Tabella 8-1(INGV-DBMI15 v.4, Locati et al., 2022). Il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti Italiani (2022) ci fornisce una visione della sismicità dell’area fino agli anni 2000, riportando gli eventi per magnitudo superiore o uguale a 4.

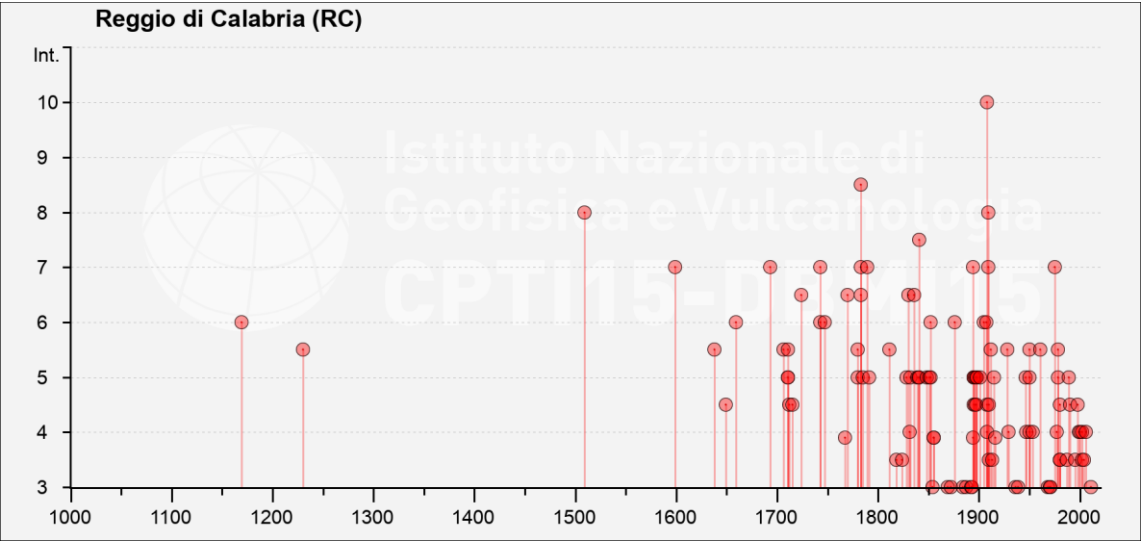


Figura 8-1 Diagramma della storia sismica per eventi di intensità superiore o uguale a 4 (INGV-DBMI15).

Tabella 8-1 Sismicità storica del Comune. Estratto dal database macrosismico Italiano DBMI15 v.4 (INGV). int.) Intensità al sito; I<sub>0</sub>) Intensità epicentrale; Mw) Magnitudo momento.

Seismic history of	Reggio di Calabria
PlaceID	IT_65695
Coordinates (lat, lon)	38.108, 15.647
Municipality (ISTAT 2015)	Reggio di Calabria
Province	Reggio di Calabria
Region	Calabria

Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef
6	1169	2	4	7			Sicilia sud-orientale	37,215	14,949	10	6,5
5-6	1230	4	5				Reggio di Calabria	38,108	15,647	5-6	4,4
8	1509	2	25	22	20		Stretto di Messina	38,099	15,684	8	5,56
7	1599	8					Stretto di Messina	38,147	15,601	7	5,1
5-6	1638	3	27	15	5		Calabria centrale	39,048	16,289	11	7,09
4-5	1649	1					Stretto di Messina	38,185	15,555	5-6	4,4
6	1659	11	5	22	15		Calabria centrale	38,694	16,249	10	6,57
7	1693	1	11	13	30		Sicilia sud-orientale	37,14	15,013	11	7,32
5-6	1706	3	19				Stretto di Messina	38,203	15,641	5-6	4,76
5	1711	1	7				Stretto di Messina	38,108	15,647	5	4,16

Int.	at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef
5		1711	2	21				Stretto di Messina	38,147	15,601	5	4,16
5-6		1711	3	14				Stretto di Messina	38,147	15,601	5	4,16
4-5		1712	7	16				Calabria meridionale	38,202	16,064	5-6	4,4
4-5		1715	2	21				Calabria meridionale	38,271	16,154	5-6	4,4
6-7		1724	8	3				Stretto di Messina	38,178	15,686	6-7	4,99
6		1743	12	7	7	45		Calabria centrale	38,704	16,354	8-9	5,88
7		1743	2	20				Ionio settentrionale	39,847	18,774	9	6,68
6		1747	9					Reggio di Calabria	38,108	15,647	6	4,63
6-7		1770	6	8				Stretto di Messina	38,108	15,647	5-6	4,4
5		1780	4	9				Stretto di Messina	38,185	15,555	6-7	4,86
5-6		1780	3	28				Sicilia nord-orientale	37,866	15,316	7-8	5,52
7		1783	3	28	18	55		Calabria centrale	38,785	16,464	11	7,03
6-7		1783	2	7	13	10		Calabria centrale	38,58	16,201	10-11	6,74
8-9		1783	2	5	12			Calabria meridionale	38,297	15,97	11	7,1
5		1785	3	17	3	33		Stretto di Messina	38,185	15,555	6-7	4,86
7		1789	2	7				Calabria meridionale	38,391	15,875	7	5,1
5		1791	10	13	1	20		Calabria centrale	38,636	16,268	9	6,14
5-6		1811	8	1	19			Reggio di Calabria	38,108	15,647	5-6	4,4
3-4		1818	2	20	18	15		Catanese	37,603	15,14	9-10	6,28
3-4		1824	12	11				Sila Greca	39,54	16,588	7-8	5,33
5		1828	3	12				Calabria meridionale	38,526	15,996	7	5,1
6-7		1830	7	13	15			Reggio di Calabria	38,108	15,647	5-6	4,4
4		1831	1	28				Milazzo	38,224	15,24	5-6	4,4
5		1832	3	8	18	30		Crotonese	39,079	16,919	10	6,65
6-7		1836	5	4				Stretto di Messina	38,108	15,647	6-7	4,86
5		1839	8	27				Stretto di Messina	38,147	15,601	5	4,16
5		1840	4	24	2	30		Stretto di Messina	38,108	15,647	5	4,16
5		1841	8	15	2			Stretto di Messina	38,147	15,601	5	4,16
7-8		1841	1	3	22			Stretto di Messina	38,108	15,647	6-7	4,86
5		1848	10	7	3			Reggio di Calabria	38,108	15,647	5	4,16
5		1851	4	11	6			Stretto di Messina	38,147	15,601	5	4,16
5		1852	5	13	21	40		Reggio di Calabria	38,108	15,647	5	4,16
6		1852	1	17	0	5		Reggio di Calabria	38,108	15,647	6	4,63
3		1854	2	12	17	50		Cosentino	39,256	16,295	10	6,34
2		1857	12	16	21	15		Basilicata	40,352	15,842	11	7,12
3		1869	11	28				Vibonese	38,754	16,124	5-6	4,6
2-3		1870	10	4	16	55		Cosentino	39,22	16,331	9-10	6,24
3		1872	10	8	13	25		Cosentino	39,412	16,309	5	4,72
6		1876	9	12	23	8		Reggio di Calabria	38,018	15,852	5	4,16
3		1884	1	10	20	35		Etna - Versante settentrionale	37,859	15,043	6	3,19
3		1887	12	3	3	45		Calabria settentrionale	39,564	16,221	8	5,55
3		1892	3	16	12	38		Alicudi	38,552	14,605	7	5,24
3		1893	4	22	3	20		Monti Nebrodi	38,001	15,028	6-7	4,83
7		1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	38,288	15,87	9	6,12
5		1895	7	26	17	44		Calabria meridionale	38,286	15,858	5	4,32



Int.	at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef
5		1895	11	18	16	32		Oppido Mamertina	38,234	15,769	5	4,61
4-5		1895	3	9	22	4		Tirreno meridionale	38,379	15,506	5	4,67
5		1896	4	1	7	18	34	Calabria meridionale	38,174	15,756	5	4,27
4-5		1896	9	17	14	51		Calabria meridionale	38,211	16,039	5	4,38
5		1897	2	11	23	33	7	Ionio meridionale	37,246	16,311	5	5,03
4-5		1897	5	28	22	40	2	Ionio	36,991	18,487	6	5,46
5		1898	8	12				Sicilia nord-orientale	38,181	15,386	6-7	4,82
5		1901	12	13	0	10	22	Calabria	38,651	16,191	5	4,81
6		1905	9	8	1	43		Calabria centrale	38,811	16	10-11	6,95
6		1907	10	23	20	28	19	Aspromonte	38,086	15,985	8-9	5,96
4		1908	12	10	6	20		Monti Peloritani	38,059	15,036	7	5,11
10		1908	12	28	4	20	27	Stretto di Messina	38,146	15,687	11	7,1
4-5		1908	11	5	16	50		Calabria meridionale	38,071	16,014	6	4,58
7		1909	1	23	18	28		Stretto di Messina	38,187	15,624	7	5,15
8		1909	7	1	6	24		Stretto di Messina	38,147	15,601	8	5,49
3-4		1910	6	7	2	4		Irpinia-Basilicata	40,898	15,421	8	5,76
4-5		1910	6	13	23	43		Calabria meridionale	38,009	15,785	5	4,36
5-6		1912	12	22	8	5		Stretto di Messina	38,206	15,617	5-6	4,68
3-4		1913	6	28	8	53	2	Calabria settentrionale	39,531	16,239	8	5,64
5		1915	9	11	8	25		Stretto di Messina	38,126	15,627	5	4,16
5-6		1928	3	7	10	55		Calabria centro-meridionale	38,686	15,936	7-8	5,87
4		1929	2	22	8	17		Stretto di Messina	38,147	15,601	4	3,7
3		1936	10	8	8	4		Patti	38,169	15,002	5-6	4,61
3		1939	1	27	20	10	13	Isole Eolie	38,565	14,748	7	5,1
5		1946	3	15	7	2		Stretto di Messina	38,147	15,601	5	4,16
4		1947	5	11	6	32	15	Calabria centrale	38,652	16,518	8	5,7
4		1950	12	9	14	45	38	Stretto di Messina	38,131	15,505	5-6	4,4
5		1950	7	18	23	52	41	Sicilia nord-orientale	38,146	15,434	5-6	4,71
5-6		1950	4	10	3	55		Stretto di Messina	38,147	15,601	4-5	3,93
4		1953	2	25	0	7	46	Vibonese	38,676	16,065	5-6	4,88
5-6		1961	3	24	10	36		Calabria meridionale	38,174	15,654	5-6	4,62
3		1968	5	19	9	37	32	Tirreno meridionale	38,52	14,82		4,9
3		1970	8	16	10	45	22,1	Ionio meridionale	37,88	16,46		4,36
3		1971	2	19	18	50	21	Monti Peloritani	38,051	15,182	5	4,54
7		1975	1	16	0	9	45	Stretto di Messina	38,114	15,643	7-8	5,18
4		1977	8	15	21	10	32,51	Calabria centrale	38,789	17,026		5,21
5		1978	3	11	19	20	48,41	Aspromonte	38,055	16,073	8	5,22
5-6		1978	4	15	23	33	48,15	Golfo di Patti	38,385	15,086	8	6,03
3-4		1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	40,842	15,283	10	6,81
3-4		1980	12	9	5	50	11	Golfo di Sant'Eufemia	38,779	16,185	6-7	4,67
4-5		1980	5	28	19	51	20,04	Tirreno meridionale	38,483	14,27	5-6	5,66
3-4		1987	2	2	16	8	44,2	Sicilia centro-orientale	37,747	14,711		4,44
5		1989	11	21	18	36	6,41	Aspromonte	38,107	15,792	5-6	4,19
4-5		1990	12	13	0	24	25,68	Sicilia sud-orientale	37,306	15,429		5,61
3-4		1995	8	27	19	42	13,49	Golfo di Patti	38,312	15,179	4-5	4,11

Int.	at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef
4-5		1998	2	8	1	12	35,63	Aspromonte	38,133	15,828	5	3,91
4		1999	2	14	11	45	53,99	Golfo di Patti	38,226	15,021	6	4,66
4		2000	3	17	3	52	44,05	Calabria meridionale	37,953	15,951	5	4,05
4		2002	9	6	1	21	27,25	Tirreno meridionale	38,364	13,687	6	5,92
3-4		2002	4	5	4	52	20,52	Isole Eolie	38,446	15,064	5-6	4,49
3-4		2004	5	5	13	39	42,93	Isole Eolie	38,547	14,792		5,42
4		2006	2	27	4	34	1,83	Monti Peloritani	38,155	15,2	5	4,38
3		2011	6	23	22	2	46,71	Monti Nebrodi	38,064	14,784	5-6	4,7

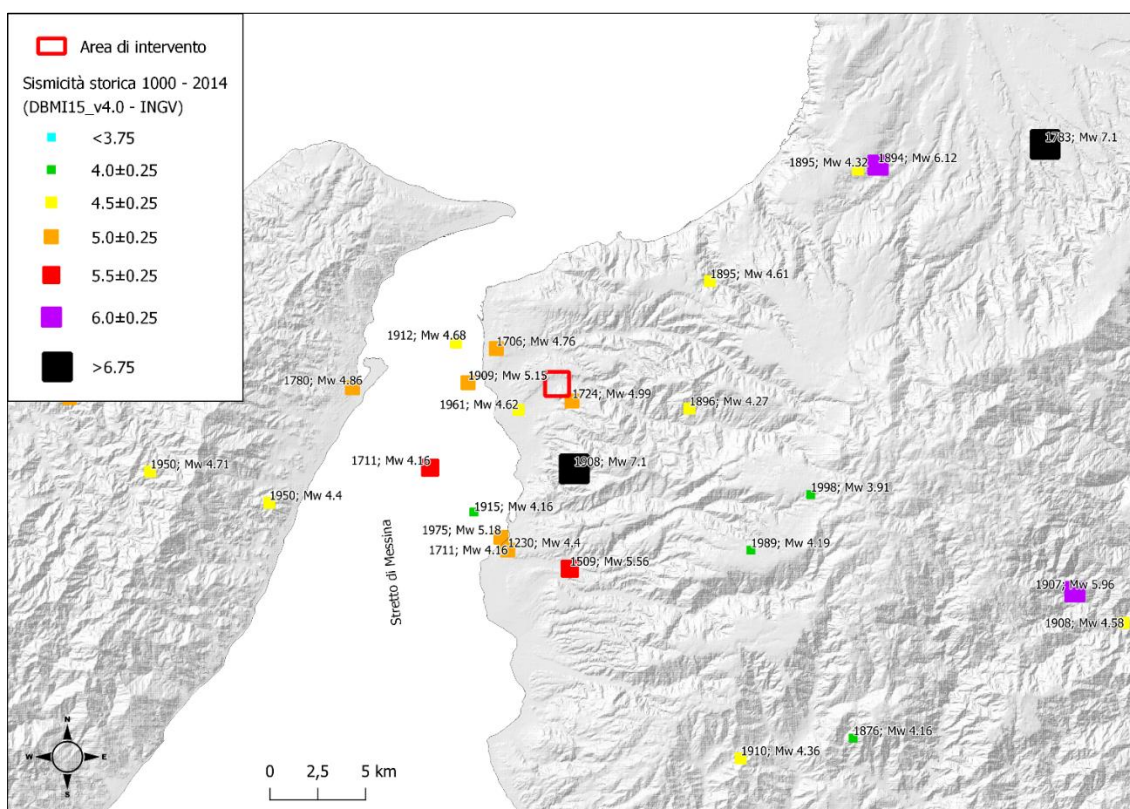


Figura 8-2 Sismicità storica nell'area dello stretto con risentimenti nell'area metropolitana di Reggio Calabria

Andando nel dettaglio dell'area di studio, i principali eventi con risentimento fino a 10 nella frazione di Villa San Giuseppe risultano essere 5 (Figura 8-3).

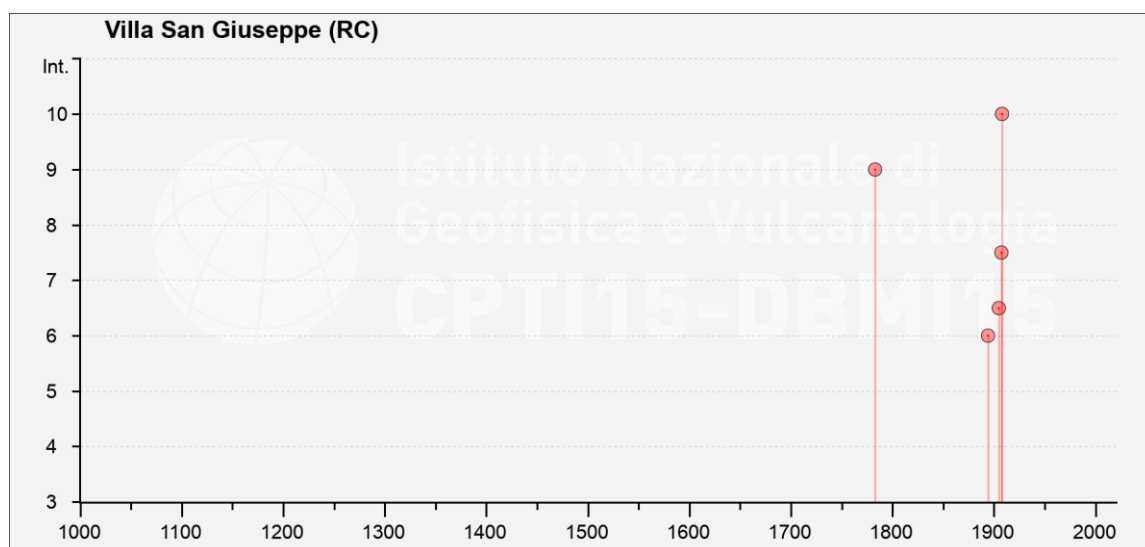
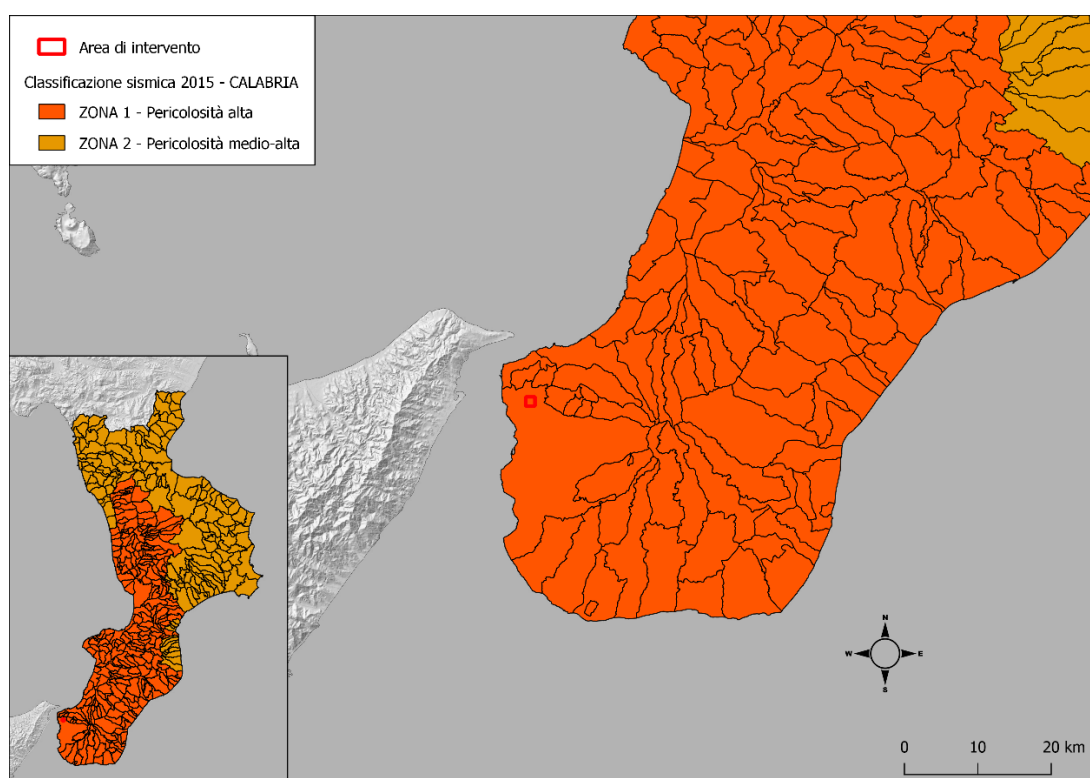


Figura 8-3 Diagramma della storia sismica relativa alla Frazione Villa San Giuseppe di Reggio Calabria per eventi di intensità superiore o uguale a 4 (INGV-DBMI15). Nella tabella seguente le specifiche degli eventi.

Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	Lat Def	Lon Def	Io Def	Mw Def
9	1783	2	5	12			Calabria meridionale	38,297	15,97	11	7,1
6	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	38,288	15,87	9	6,12
6-7	1905	9	8	1	43		Calabria centrale	38,811	16	10-11	6,95
7-8	1907	10	23	20	28	19	Aspromonte	38,086	15,985	8-9	5,96
10	1908	12	28	4	20	27	Stretto di Messina	38,146	15,687	11	7,1

L'attuale classificazione sismica regionale fa capo all'OPCM 3274/2003 che suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche a pericolosità decrescente e caratterizzate da valori di accelerazione attesi con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Figura 8-4). Il comune di Reggio Calabria ricade in zona sismica 1, con valori di accelerazione attesi superiori a 0.25 g.

Per maggiori dettagli riguardanti la pericolosità sismica di sito e la sismotettonica fare riferimento all'elaborato DE-GE-013-0.



Zona	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti	$a_g > 0.25$
2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari	$a_g \leq 0.05$

Figura 8-4 Classificazione sismica regionale (OPCM 3274/2003).

## 9. CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA

Al fine di ricostruire attraverso dati sperimentali quella che è la sequenza stratigrafica al sito di intervento e di parametrizzarne sotto il profilo tenso-deformativo e dinamico le litologie presenti, è stata progettata ed eseguita nei mesi di agosto-settembre 2023 una campagna geognostica e geofisica (vedi elaborato DE-GE-001-1) che è consistita nella realizzazione di:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo terebrato fino alla profondità di 20 m dal p.c;
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM);
- n. 1 prova penetrometrica superpesante (DPSH);
- n.1 profilo sismico a rifrazione con metodologia MASW.

Le tipologie di prova nonché l'ubicazione delle stesse, sono il risultato della necessità di avere una parametrizzazione dei che costituiscono l'area, unita alla difficoltà di accesso esistente. Si è pertanto optato per la realizzazione di prove penetrometriche leggere in corrispondenza delle 4 briglie e del ponte presenti nell'area e di eseguire il sondaggio geognostico e la DPSH a monte nell'unica area accessibile con mezzi pesanti (vedi elaborato DE-GE-003-1). Per l'elaborazione delle singole prove nonché per i certificati di laboratorio si rimanda all'elaborato DE-GE-016-0 mentre, per l'elaborazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, l'elaborato DE-GE-017-0 ne riporta la parametrizzazione definitiva come risultato dell'interpretazione complessiva dei dati risultanti.

### 9.1. Sondaggio geognostico

Il sondaggio geognostico è stato spinto fino alla profondità di 20m dal PC e, la stratigrafia ricostruita e riportata in Figura 9-1, è diagnostica di sedimentazioni cicliche di alta e medio-alta energia legate alla dinamica fluviale. A livelli prevalentemente ghiaiosi si alternano, infatti, livelli sabbiosi grossolani con ciottoli cristallino-metamorfici da centimetrici a decimetrici.

Nel corso di sondaggio sono stati prelevati 4 campioni rimaneggiati alle profondità di 6m, 11m, 16m, e 20m dal PC, e 1 campione indisturbato alla profondità di 7m il quale, data la natura del terreno, è risultato essere di bassa qualità per la realizzazione di prove geotecniche di laboratorio.

Al termine del carotaggio il foro è stato attrezzato con tubo piezometrico tipo Casagrande. Nonostante il sito di indagine si trovi all'interno del letto fluviale, la misura piezometrica non ha riscontrato la presenza della falda. Il motivo di tale dato è probabilmente dovuto alla stagione in cui



è stata eseguita la misura. Si può ad ogni modo ipotizzare, in base a dati bibliografici, una profondità della falda a circa 2 m di profondità dal piano campagna.

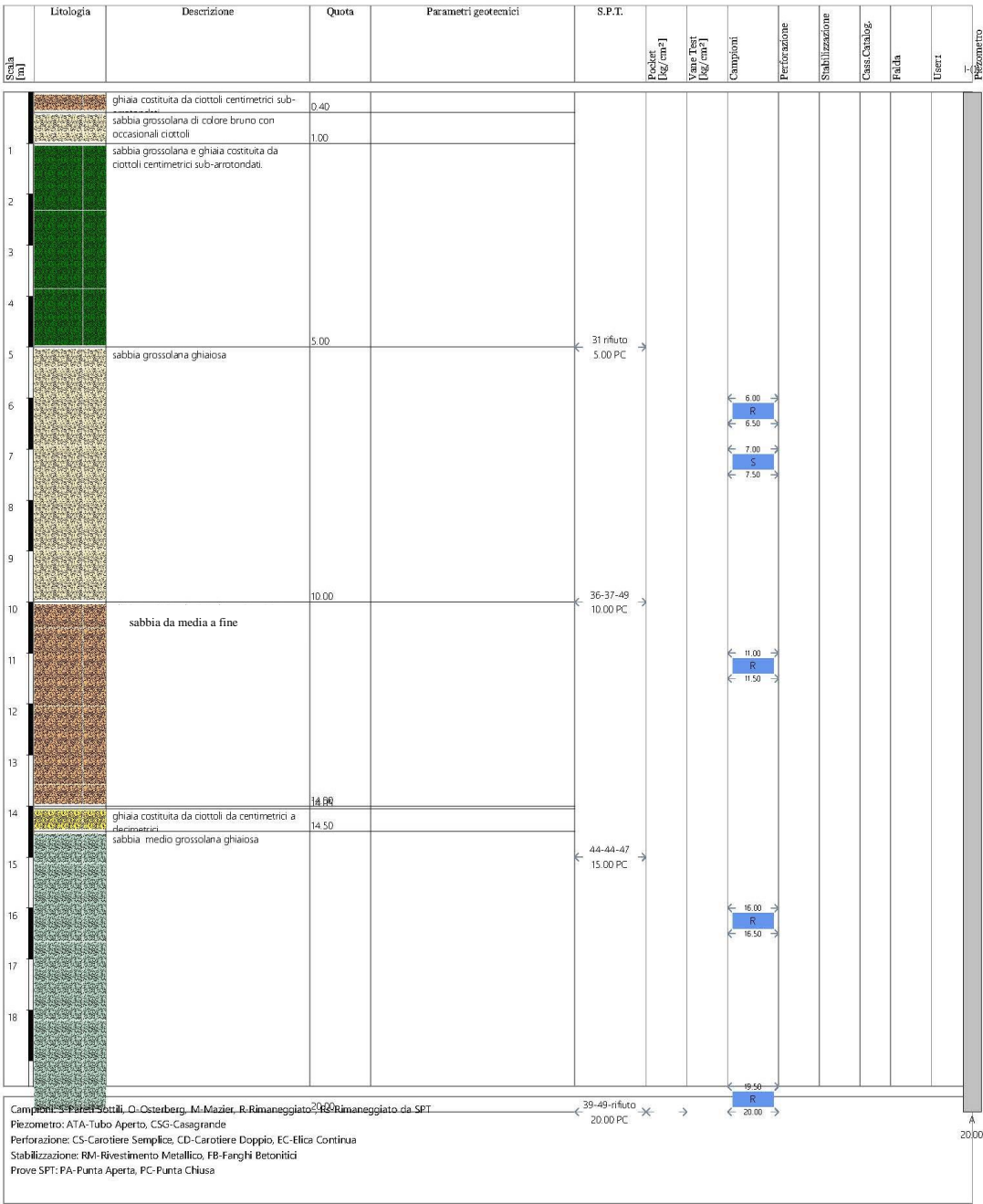


Figura 9-1 Stratigrafia di sondaggio ricostruita

La Tabella 9-1 riporta lo schema delle prove geotecniche eseguite in foro e dei campionamenti effettuati.

Tabella 9-1 Indagini geotecniche in foro di sondaggio e campionamenti eseguiti.

Identificativo indagine	Descrizione	Quantità
S1	Sondaggio a carotaggio continuo a profondità di 20 m dal pc eseguito con carotiere di diametro minimo 85mm, in terreni a granulometria media costituiti da sabbie ghiaiose. Al termine del sondaggio il foro sarà attrezzato con tubo piezometrico in PVC	1
SPT1 - SPT4	Standard "Penetration Test" eseguiti nel corso di sondaggi a rotazione, con campionatore tipo "Raymond" con meccanismo a sganciamento automatico. <b>Eseguiti alle profondità di 5m, 10m, 15m, 20m</b>	4
C1	Prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni, nel corso di sondaggi a rotazione impiegando campionatore a pareti sottili spinto a pressione, diametro minimo 80mm. <b>Prelievo a 4m dal pc</b>	1
CR1 - CR4	Prelievo di campioni rimaneggiati e spezzoni di carote, nel corso dell'esecuzione di sondaggi. <b>Prelievi a 6m, 11m, 16m, 20</b>	4
F1 - F2	Misura del livello di falda al termine dell'installazione del tubo piezometrico.	2

Sono state effettuate 4 prove SPT (*standard penetration test*) alle profondità di 5m 10m, 15m e 20m dal piano campagna. La Tabella 9-2 ne riassume il risultato.

Tabella 9-2 Prove SPT eseguite in foro.

	Da (m dal PC)	A (m dal PC)	Colpi	NSPT
SPT 1	5	5,15	31 - rifiuto (2.5 a 30cm)	R
SPT 2	10	10,45	36 - 37 - 49	86
SPT 3	15	15,45	44 - 44 - 47	91
SPT 4	20	20,45	39 - 49 - rifiuto	R

## 9.2. Prove penetrometriche dinamiche

Le 6 prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite lungo l'intero tratto di interesse e, nella fattispecie, la prova DPSH è stata eseguita nell'area di monte ove era possibile accedere con i mezzi mentre, le 5 prove medie (DPM), sono state dislocate procedendo da monte verso valle in corrispondenza delle 4 briglie e del ponte. Data la natura dei materiali le prove penetrometriche sono riuscite ad investigare solamente i primi metri di deposito, di seguito è riportata la sintesi dei parametri risultanti dalle prove (Tabella 9-3 e Tabella 9-4). Per la loro ubicazione si rimanda all'elaborato DE-GE-003-1 mentre, per l'elaborazione delle singole prove realizzate si rimanda all'elaborato DE-GE-016-0 "Report delle indagini geotecniche e geofisiche" redatto dall'impresa esecutrice. Di seguito una sintesi dei principali dati ottenuti per singola prova realizzata.

Tabella 9-3 Principali parametri derivati dalla prova DPSH.

Prof. Strato [m]	Clay Fraction [%]	NSPT	DR [%]	$\varphi$ [°] Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	$\gamma$ [MPa] Schultze-Menzenbach	Med [MPa] Begemann 1974	$\gamma_n$ [kN/m³] Meyerhof et al.	$\gamma_{sat}$ [kN/m³] Terzaghi-Peck 1948-1967	Classificazione AGI
1,6	0	13,87	40,92	30,96	16,12	5,49	18,14	19,02	MODERATAMENTE ADDENSATO
3	0	36,84	69,78	37,53	42,7	10,11	21,48	20,4	ADDENSATO

Tabella 9-4 Principali parametri derivati dalle prove DPM

DPM1

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE						
		Dr (%)	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)
1	0.40	38.1	28.7	1.22	17.0	19.2	1480	108.4
2	1.80	87.9	32.9	1.74	221.8	326.5	9619	163.4
3	4.20	63.8	30.7	1.51	137.8	476.4	5416	152.7

DMP2

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE						
		Dr (%)	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)
1	0.10	44.7	28.9	1.26	22.7	25.6	1940	108.0
2	0.40	100.0	38.9	2.00	444.5	490.7	20282	177.0

DPM3

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE						
		Dr (%)	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)
1	0.20	41.6	28.8	1.24	19.9	22.4	1711	108.4
2	0.40	100.0	38.5	1.99	429.2	479.4	19562	177.1

DPM4

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE						
		Dr (%)	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)
1	0.20	54.4	29.3	1.33	34.1	38.4	2840	119.0
2	0.40	100.0	40.8	2.02	515.5	543.0	23593	183.3

DPM5

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. (m)	INCOERENTE						
		Dr (%)	$\phi$ (°)	$\gamma$ (t/mc)	M kg/cmq	E kg/cmq	Go (t/mq)	Vs (m/s)
1	0.30	68.7	30.2	1.45	54.9	61.9	4446	131.3
2	0.40	100.0	35.4	1.90	314.1	394.5	14100	167.7

### 9.3. Prova geofisica con tecnica MASW

La prova geofisica è stata realizzata nel mese di settembre 2023 in corrispondenza del settore di monte dell'area di intervento. Lo scopo di questo tipo di prova è di caratterizzare dal punto di vista dinamico i litotipi presenti nel sottosuolo dell'area. Lo stendimento è stato realizzato con 24 geofoni distanziati di 2m con energizzazione a 2 e 5 metri rispettivamente dal primo e dall'ultimo geofono (Figura 9-2).



Figura 9-2 stendimento di geofoni per l'esecuzione della prova MASW.

L'elaborazione della prova ha portato al riconoscimento nel sottosuolo di 6 sismostrati con velocità progressivamente crescente con la profondità, in condizioni monodimensionali, con una Vs30 risultate a piano campagna pari a **384.42 m/s corrispondente ad una categoria di sottosuolo B**. La tabella di seguito riporta i parametri dinamici per ogni sismostrato risultante dalla prova (Tabella 9-5).

Tabella 9-5 Parametri dinamici risultanti dalla prova geofisica. G0: Modulo di deformazione al taglio; Ed: Modulo edometrico; M0: Modulo di compressibilità volumetrica; Ey: Modulo di Young.

N. strati	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	3.00	3.00	222.25	415.80	1800.00	0.30	88.91	311.19	192.64	231.17
2	8.28	5.28	320.66	555.40	2000.00	0.25	205.64	616.93	342.74	514.11
3	14.56	6.28	426.75	712.26	2100.00	0.22	382.44	1065.37	555.45	933.15
4	21.02	6.45	444.16	741.33	2100.00	0.22	414.29	1154.10	601.71	1010.87
5	30.02	9.00	477.29	796.62	2100.00	0.22	478.39	1332.67	694.81	1167.28
6	∞	∞	520.35	868.48	2200.00	0.22	595.67	1659.37	865.14	1453.44



## 5 CONCLUSIONI

L’elaborato fin qui esposto è stato redatto nell’ambito della progettazione definitiva relativa agli **“Interventi integrati di ripristino funzionale e ambientale del reticolo idrografico presente della sub - area programma A13-1 nel comune di Reggio Calabria. Codice Rendis 18IR266/G1 CUP J35J16000100001 CIG Z9836E0A22”**.

L’area presa in esame si trova a sud dell’abitato di Villa San Giuseppe, frazione del Comune di Reggio Calabria, e si sviluppa lungo il corso del Fiume Gallico per una lunghezza di circa 600m per 50m di larghezza (vedi elaborato DE-GE-002-1). Dai primi sopralluoghi il tratto si presenta da mediamente a fortemente vegetato con conseguente riduzione della capacità di deflusso delle acque. Oltre ciò alcune delle 4 briglie presenti si trovano in condizioni di sovralluvionamento. L’area presenta muri di argine deteriorati e ammalorati in diverse sezioni, con molteplici aperture che facilitano l’accesso al letto del fiume. Queste aperture sono spesso sfruttate come accessi per il deposito illegale di rifiuti derivanti da attività edilizie e urbane, risultando in una grave alterazione e degrado ambientale dell’area circostante.

Dal punto di vista litologico vi affiorano depositi alluvionali di origine fluviale costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie la cui alternanza nel sottosuolo è legata ai cicli di sedimentazione in condizioni di media e medio-alta energia. La campagna di indagine geognostica e geofisica condotta nei mesi di agosto e settembre 2023, ha permesso di definire la sequenza litostratigrafia nei primi 20 m dal piano campagna riportando, infatti, sabbie e ghiaie nei primi 10 metri, seguite da 4 metri di sabbie fini e 6 metri di sabbie-ghiaiose.

Unitamente al sondaggio geognostico sono state realizzate prove geotecniche in foro, prove penetrometriche lungo l’intero tratto considerato e una prova geofisica con tecnica MASW (vedi elaborati DE-GE-003-0; DE-GE-016-0). La prova MASW ha permesso di individuare 6 sismostrati fino alla profondità di 30 m a partire dal piano campagna, ricavando una  $V_{s30}$  a piano campagna di 384.42 m/s per una corrispondente categoria di sottosuolo B. Non è stato individuato il substrato rigido ( $V_s \geq 800$  m/s).

L’interpretazione congiunta dei dati sperimentali ottenuti dalle prove eseguite ha permesso di caratterizzare dal punto di vista fisico-meccanico e tenso-deformativo l’intera successione litostratigrafica ricostruita, distinguendo 3 Unità Geologico-Tecniche (UGT) che contraddistinguono il sottosuolo dell’intero areale considerato (vedi elaborati DE-GE-017-0; DE-GE-018-0).

Dai sopralluoghi di terreno e dalla consultazione della documentazione bibliografica specifica (PAI) si evidenzia, per la pericolosità da frana, la presenza sul versante meridionale della valle alluvionale

(sinistra idrografica) di areali in frana quiescenti a pericolosità P3 ai quali non corrisponde una zona di rischio nonostante la presenza della strada a scorrimento veloce per Gambarie che si interpone tra i versanti suddetti e l'argine sinistro del Fiume Gallico (vedi elaborato DE-GE-012-0). Per quanto riguarda il rischio Idraulico, vi è la presenza di una zona di rischio R4 lungo l'intera valle fluviale nel settore oggetto di intervento, oltre alla presenza di aree di attenzione PAI (di cui all'Art.24 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia) e PGRA (vedi allegato DE-GE-011-0).

*Il Geologo*

*Dott. Attilio Porchia*

