



Repubblica Italiana



Regione Calabria

Commissario di Governo

per il contrasto del dissesto idrogeologico nel territorio della Regione Calabria – art. 10 Legge
n.116 dell'11/08/2014

Comune di Lattarico



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità
idraulica del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km
a Monte della Confluenza del T.Finita nel Comune di
Lattarico. CUP E28H21000420001 – CIG B4F526D62B**

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO DOCUMENTO:

RELAZIONE GEOTECNICA

Il Progettista e CSP

Il R.U.P

Ing. Stefano Saullo
Stefano
Saullo
Laurea
Magistrale in
Ingegneria
Civile

SCALA

-

TAV.
PE.R.04

FORMATO
A4



23.11.2025
23:11:53
GMT+02:00



1. Indice

1. INDICE	1
2. PREMESSA	2
3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	2
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
5. RILIEVI E INDAGINI	8
5.1. PROVE PENETROMETRICHE	9
5.1. INDAGINE MASW	13
6. MODELLO GEOTECNICO DELL'AREA- PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI	15
7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE	17
7.1. VERIFICA QUANTITATIVA.....	18
7.1.1. CALCOLO DEL CSR.....	19
8. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI.....	37



2. Premessa

La presente relazione a corredo del Progetto Esecutivo per i “Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza T.Finita nel Comune di Lattarico”, descrive le indagini e i metodi per la ricostruzione dei parametri geotecnici della stratigrafia del tratto oggetto di intervento.

3. Inquadramento dell’area di studio

L’area di progetto è ubicata nel Comune di Lattarico (CS) nel tratto del Fiume Crati situato a circa 1.5 Km a monte della confluenza del T. Finita.

I riferimenti cartografici, che individuano l’area in oggetto, utilizzati per la redazione della presente relazione tecnica sono i seguenti:

- Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000, Elementi: 551111; 551112;
- Carta Geologica d’Italia scala 1: 25000 (CASMEZ) Foglio 229 II NO “Luzzi”;
- Immagini Google Earth.

Le coordinate geografiche del baricentro dell’area di studio sono di seguito riportate:

GEOGRAFICHE UTM 33 WGS84	
LONGITUDINE [°]	LATITUDINE [°]
16.221766 ° E	39.472171 ° N
METRICHE UTM 33 WGS84	
EST [m]	NORD [m]
605089.625	4369888.422
GEOGRAFICHE ED50	
EST [m]	NORD [m]
16.222577° E	39.473184° N

Tabella 1: coordinate baricentro area di studio

L’altezza sul livello del mare dell’intervento è pari a circa 90 metri (quota centroide area di progetto).



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

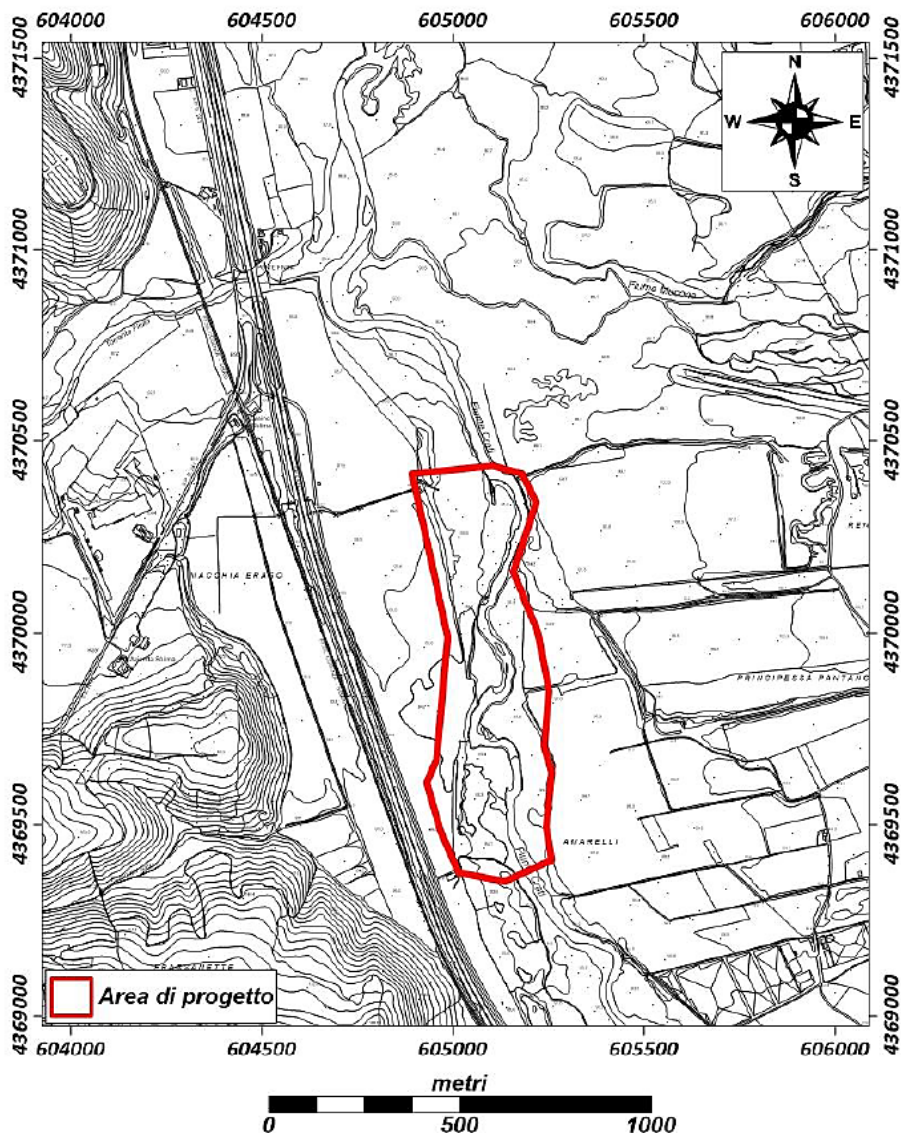


Figura 1 – inquadramento area di intervento su C.T.R



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

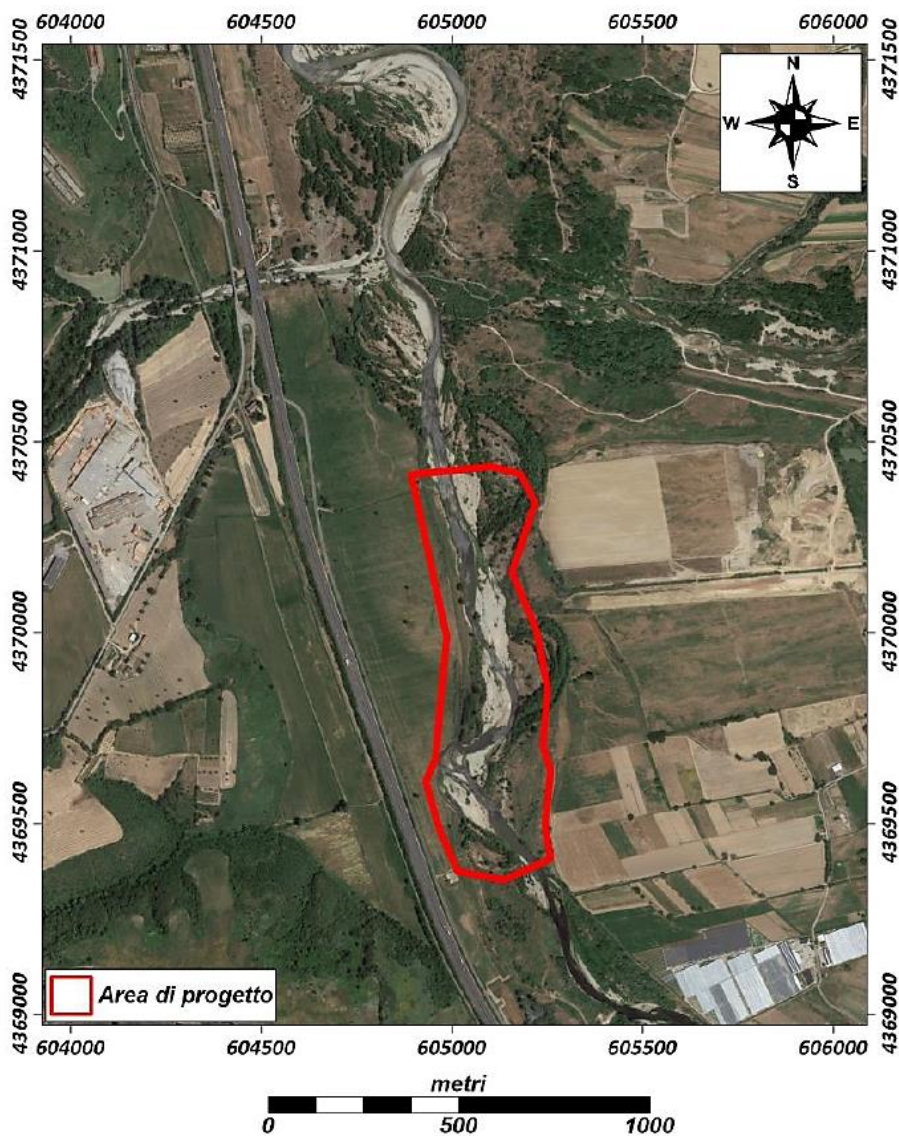


Figura 2 – inquadramento area di intervento su immagine satellitare



4. Inquadramento geologico

L'area di progetto si trova nel graben del Fiume Crati. La Valle del Crati costituisce il maggiore bacino sedimentario di origine tettonica, all'interno dell'Arco Calabro-Peloritano nel quale si sono depositati fin dal Miocene superiore formazioni marine detritiche. La sedimentazione marina termina nel Pleistocene inferiore, almeno per la porzione alta del bacino, mentre prosegue anche nel Pleistocene medio, nella porzione medio-bassa della Valle (CAROBENE et al., 1989).

È una depressione di origine tettonica che si estende parallelamente alla Catena Costiera per circa 30 Km (in direzione nord-sud), si inserisce poi nella fossa di Sibari dove assume un andamento normale (est-ovest) rispetto alla catena stessa

La valle risulta colmata dai sedimenti riferibili al Complesso Postorogeno (Ogniben, 1973), deposti trasgressivamente, a partire dal Miocene medio e da ovest verso est (Burton et al., 1973), sulle varie unità dei complessi Panormide (Catena Appenninica), Liguride e Calabride (Catena Alpina).

I depositi di riempimento del *graben* del Crati sono costituiti da una successione conglomeratico-sabbioso argillosa (di spessore complessivo pari a 1100 m, solo in parte affiorante), riferibile a un ciclo sedimentario marino del Pliocene sup.-Pleistocene inf., su cui giacciono in discordanza depositi di *fan-delta* ghiaioso-sabbiosi (COLELLA et alii, 1987) del Pleistocene medio, nonché depositi alluvionali attuali del F. Crati e dei suoi principali tributari. Nei settori sommitali del bordo orientale del *graben* sono, inoltre, riconoscibili resti più o meno estesi di antiche superfici d'erosione infra-pleistoceniche, associati a lembi di antichi terrazzi alluvionali (DRAMIS et alii, 1990). Il substrato pre-pliocenico dell'area di studio è costituito da unità cristallino-metamorfiche, appartenenti all'Arco Calabro-Peloritano (AMODIO-MORELLI et alii, 1976), localmente ricoperte da depositi supramiocenici (DI NOCERA et alii, 1974) in corrispondenza degli *horst* della Catena Costiera e dell'Altopiano Silano, e da rocce carbonatiche di piattaforma appartenenti alla catena appenninica, in corrispondenza del sistema montuoso Montea-La Mula-Monte Caràmolo (*Unità di Verbicaro*, AMODIO-MORELLI et alii, 1976) e del Massiccio del Pollino (*Unità del Pollino*, AMODIO-MORELLI et alii, 1976).

Relativamente agli aspetti strettamente geologici dell'area di progetto, si è fatto riferimento alla cartografia del Foglio 229 II NO "Luzzi", della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25000 (CASMEZ), nonché, a materiale bibliografico e pubblicazioni scientifiche.

Le formazioni geologiche affioranti nell'area di progetto sono:



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

A. NEOZOICO
▪ Olocene
- Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali (ac)
Depositi alluvionali di poco elevati (1-2m) rispetto all'alveo attuale che possono, pertanto, essere rielaborati durante le piene, nonché essere parzialmente coinvolti dalle normali variazioni di portata stagionali e non risultano fissati dalla vegetazione arborea, sono stati considerati depositi attualmente in evoluzione e quindi mobili. Tali depositi risultano costituiti essenzialmente da ghiaie medio grossolane pressoché prive di matrice in quanto dilavata durante il trasporto.
- Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente (af)
Nelle porzioni più depresse, in prossimità dei fondivalle dove un importante contributo alla loro genesi può essere stato quello di tipo alluvionale, si rinvencono prodotti alluvionali parzialmente fissati dalla vegetazione e/o artificialmente.
Sono materiali organizzati granulometricamente, a giacitura tabulare. Sono presenti soprattutto dove le condizioni morfologiche (allargamento del letto del fiume o del corso d'acqua) ne ha consentito il deposito, durante episodi alluvionali parossistici, in corrispondenza di grandi anse dei corsi d'acqua, magari successivamente fissati dalla vegetazione. Ciottolosi nei fondivalle stretti, più sabbiosi-limosi, con lenti e bande ciottolose e/o argillose nei fondivalle più larghi. Spesso sono depositi caotici con granulometria assortita che va dalla sabbia fine sino ai grossi blocchi gneissici trasportati dalle acque, che in tale porzione territoriale possiedono notevole capacità erosiva e di trasporto, in funzione dell'elevata pendenza media dei letti fluviali. Alcuni lembi giacciono in configurazione pianeggiante e sono parzialmente preservati dalle acque. In quest'ultimo caso tali depositi offrono garanzie di stabilità maggiori. Essi rientrano nell'ambito dei materiali clastici incoerenti, dotati di buon valore dell'angolo di attrito interno, strettamente legato alla granulometria del deposito, e coesione nulla; in quest'ultimo caso pertanto, pur nell'ambito dei limiti propri del deposito, grazie alle favorevoli caratteristiche morfologiche superficiali esso può godere di una buona condizione geostatica.
▪ Pleistocene
- Depositi conglomeratici sabbiosi di antichi terrazzi fluviali (qcls)
Questi depositi di origine continentale ed epicontinentale sono costituiti da conglomerati sabbiosi. Questi depositi sono poco consolidati e facilmente degradabili.
- Resti di superfici di erosione ($P^s-cl_3(q)$)
Resti di superfici di erosione pleistocenica, probabilmente continentali, intagliate nelle rocce dell'unità (P^s-cl_3).
B. CENOZOICO
▪ Pliocene superiore
- Sabbie e conglomerati ($Ps-cl_3$)
Sabbie e conglomerati da bruni a rossastri, con occasionali sottili intercalazioni di argille siltose, e silts. I depositi mostrano variazioni laterali e verticali molto brusche: da sabbie fini a sabbie grossolane e conglomerati. Conglomerati a piccoli ciottoli sono molto comuni, localmente si hanno bande cementate. Questi depositi sono per lo più poco consolidati e facilmente disgregabili.
- Argille siltose (Pa_3)
Argille siltose da grigie a grigio-azzurre. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione e tende a dar luogo a movimenti franosi.

Tabella 2: Descrizione delle formazioni geologiche affioranti nell'area di progetto.



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

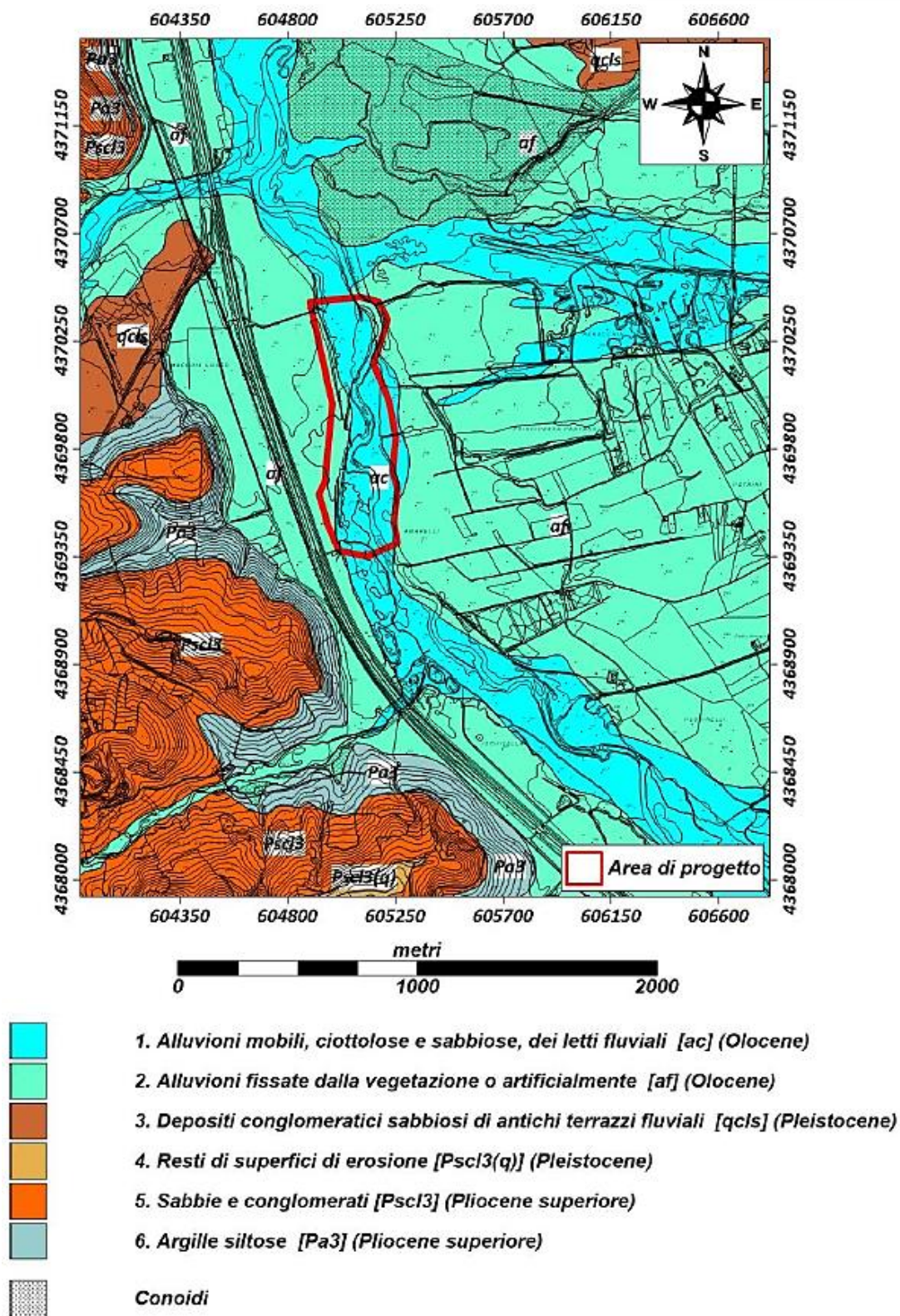


Figura 3 – Carta Geologica Area di Progetto



5. Rilievi e indagini

Per la definizione del modello geotecnico sono state realizzate le seguenti indagini:

- N.3 penetrometriche superpesanti.
- N. 1 indagine sismica tipo MASW.



Figura 4 – Ubicazioni indagini



5.1. Prove penetrometriche

Le prove penetrometriche sono state realizzate con un penetrometro superpesante le cui caratteristiche sono sintetizzate di seguito:

- Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
- Rif. Norme DIN 4094
- Peso Massa battente 63.5 Kg
- Altezza di caduta libera 0.75 m
- Peso sistema di battuta 8 Kg
- Diametro punta conica 50.46 mm
- Area di base punta 20 cm²
- Lunghezza delle aste 1 m
- Peso aste a metro 6.3 Kg/m
- Profondità giunzione prima asta 0.80 m
- Avanzamento punta 0.20 m
- Numero colpi per punta N(20)
- Coeff. Correlazione 1.504
- Rivestimento/fanghi No

Angolo di apertura punta 60 °.

Per la definizione del modello geotecnico sono stati elaborati i dati di ogni singola prova.



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Scala 1:76

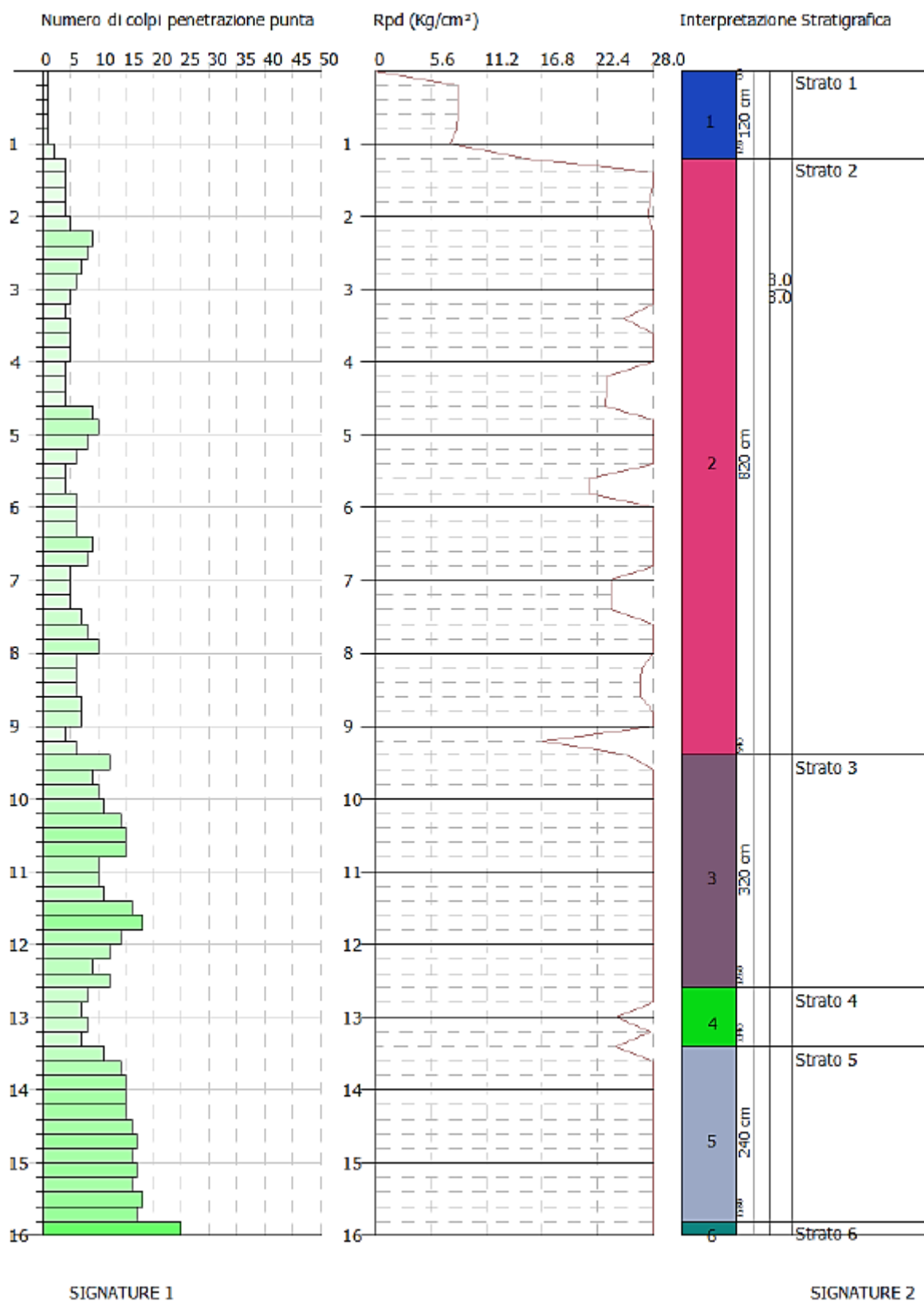


Figura 5 – Stratigrafia penetrometrica 1 .



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Scala 1:76

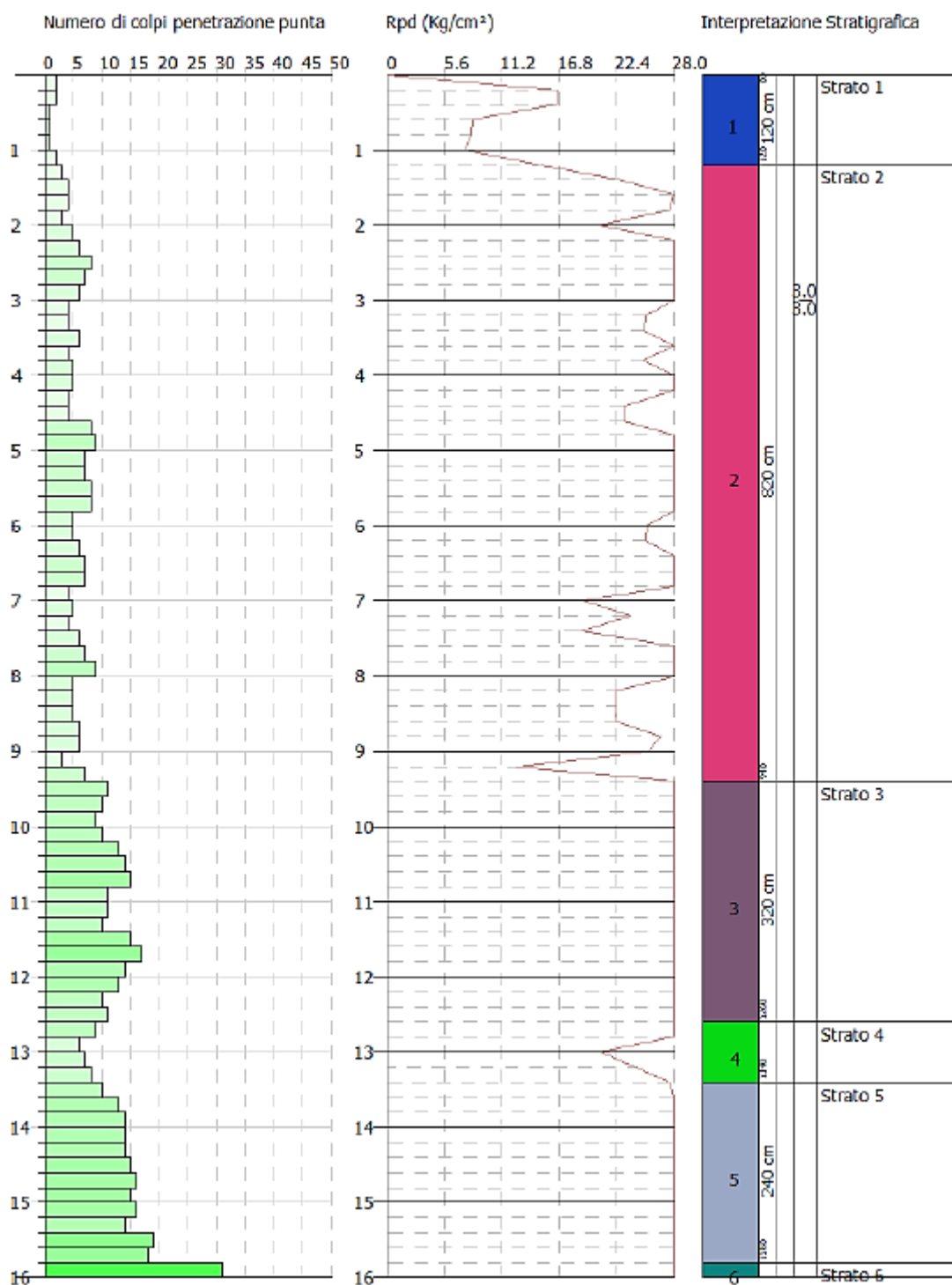


Figura 6 – Stratigrafia penetrometrica 2 .



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Scala 1:76

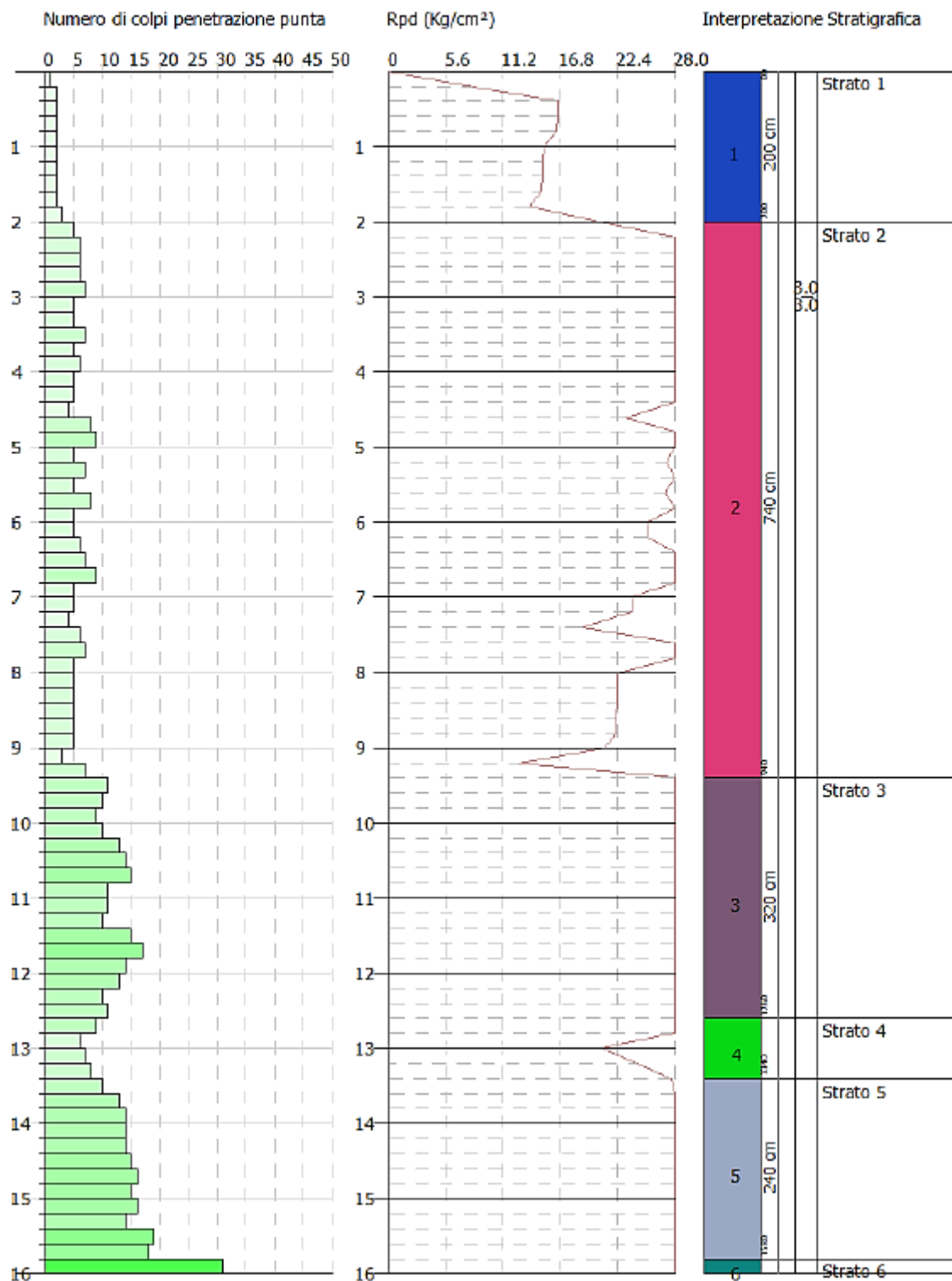


Figura 7 – Stratigrafia penetrometrica 3 .



5.1. Indagine MASW

L'indagine MASW è stata eseguita dal Dott. Geol. Pasquale Caruso.

I dettagli dell'indagine sono riportati nel report redatto dalla suddetta ditta e riportato nell'Allegato 1 report indagini del presente documento.

Di seguito si riportano in forma sintetica i risultati delle analisi effettuate:

Nel profilo sismico Masw sono stati riconosciuti 6 orizzonti significativi con differenti caratteristiche elasto-meccaniche.

Vs	h1	Vp	Poisson
115,48	0,8	216,04	0,30
315,45	1,8	570,67	0,28
324,1	6,8	586,31	0,27
318,8	3,8	576,73	0,27
345,62	2	625,21	0,27
815,20	Semispazio infinito	1431,44	0,26

Tabella 3: dati prove MASW

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, come nel nostro caso, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In base ai dati ottenuto dall'indagine MASW è stato possibile ricavare il valore $V_{S,eq}$ ($V_{S,30}$):



Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico

Spessore strati [m]		Litotipo	Velocità onde S [m/sec]	Tempi parziali onda S misurata [sec]	
h1:	1.8	Sabbia	115,48	H1/Vs,1:	0.00692
h2:	2.2	Sabbia e ghiaia	315,45	H2/Vs,2:	0.00570
h3: 6.80		Sabbia	324,1	H3/Vs,3:	0.02098
h4:3.80		Ghiaia sabbiosa	318,8	H4/Vs,4:	0.01191
h5: 2				Sabbia ghiaiosa	H4/Vs,4:
Σ hi = 4				Σ hi/Vs,i =	0.005132132
Vs,eq =		15,2/0.05132132=		296.17 [m/sec]	
Categoria di suolo: E					
Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m					
Legenda:					
hi = spessore dell'i-esimo strato;					
Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato.					

Tabella 4: Calcolo Vs equivalente da 0.0 m dal p.c..

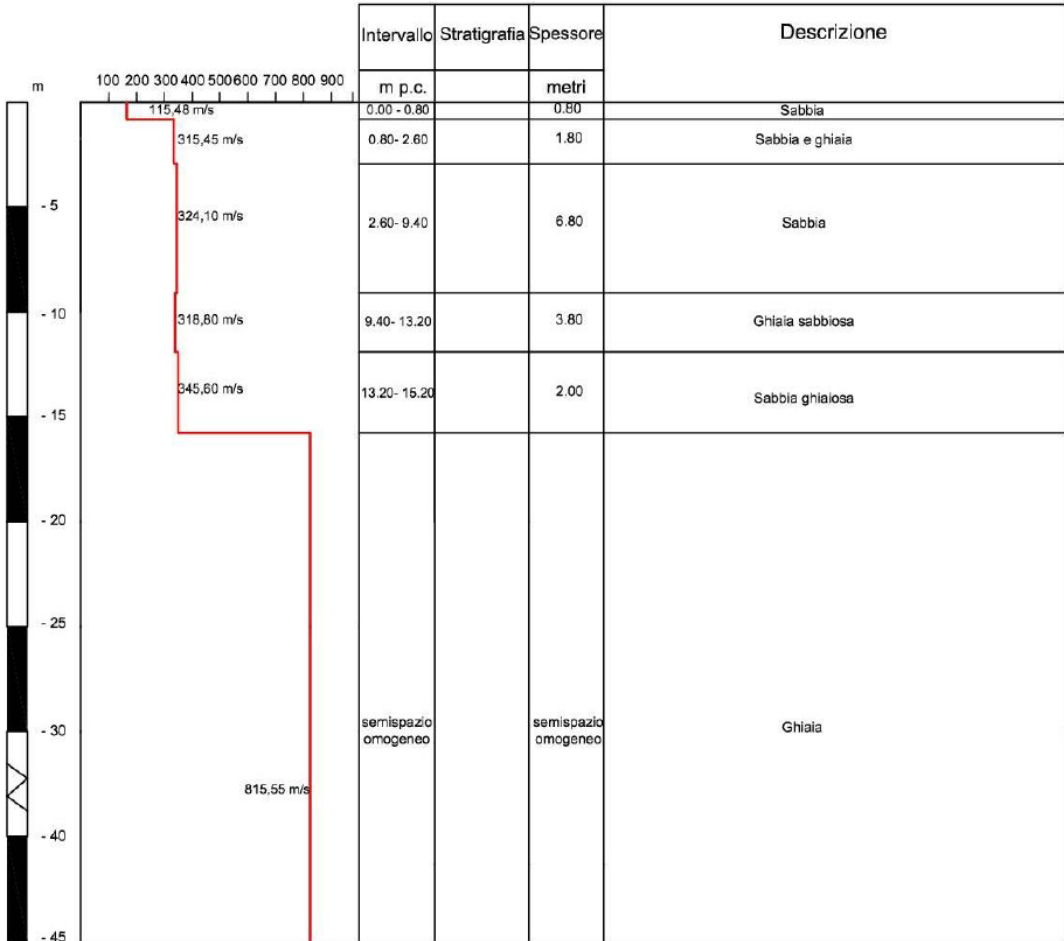


Figura 8 – Andamento delle onde Vs con la profondità



6. Modello geotecnico dell'area- parametri geotecnici caratteristici

I modelli geotecnici in base alle prove realizzate sono stati definiti in base ai risultati delle prove penetrometriche realizzate. Applicando le opportune correzioni relative alla presenza di disomogeneità nell'area e raggruppando gli orizzonti rinvenuti in base alle indagini ed ai sopralluoghi effettuati è stato possibile ricostruire un modello geotecnico CAUTELATIVO dell'area di progetto.

Alla luce di quanto appena esposto, di seguito si riporta una sintesi dei parametri geotecnici caratteristici per l'area di progetto.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore dei parametri nominali ricavati dalle indagini effettuate.

MODELLO GEOTECNICO – PENETROMETRICA 1

trato	Descrizione litologica	NSPT	Spessore strato (m)	Profondità (m)	Angolo d'attrito (°)	Gamma (t/m ³)	Gamma saturo (t/m ³)	Coesione (Kpa)	Densità relativa (%)
Strato 1	Sabbia	1.76	1.60	1.60	20.14	1.39	1.87	Non determinata	11.67
Strato 2	Sabbia e ghiaia	8.99	7.80	9.40	26.61	1.70	1.91	Non determinata	30.72
Strato 3	Sabbia	18.62	3.20	12.60	31.71	1.97	1.97	Non determinata	49.13
Strato 4	Ghiaia sabbiosa	11.28	0.80	13.40	28.01	1.77	1.93	Non determinata	35.75
Strato 5	Sabbia	23.43	2.40	15.80	33.75	2.00	2.05	Non determinata	55.99
Strato 6	Sabbia Ghiaiosa	37.6	0.20	16.00	38.75	2.09	2.19	Non determinata	70.41
Strato 7	Ghiaia	----	-----	----	----	-----	----	----	-----

Tabella 5: Modello geotecnico prova penetrometrica 1.



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

MODELLO GEOTECNICO PENETROMETRICA 2

Strato	Descrizione litologica	NSPT	Spessore strato (m)	Profondità (m)	Angolo d'attrito (°)	Gamma (t/m ³)	Gamma saturo (t/m ³)	Coesione (Kpa)	Densità relativa (%)
Strato 1	Sabbia	2.26	1.60	1.60	20.82	1.41	1.87	Non determinata	13.15
Strato 2	Sabbia e ghiaia	8.47	7.80	9.40	26.27	1.68	1.91	Non determinata	29.51
Strato 3	Sabbia	18.23	3.20	12.60	31.54	1.96	1.97	Non determinata	48.51
Strato 4	Ghiaia sabbiosa	11.28	0.80	13.40	28.01	1.77	1.93	Non determinata	35.75
Strato 5	Sabbia	23.30	2.40	15.80	33.29	1.99	2.04	Non determinata	54.49
Strato 6	Sabbia Ghiaiosa	46.62	0.20	16.00	41.44	2.14	2.23	Non determinata	77.60
Strato 7	Ghiaia	----	----	----	----	----	----	----	----

*Tabella 6: Modello geotecnico prova penetrometrica 2.***MODELLO GEOTECNICO PENETROMETRICA 3**

Strato	Descrizione litologica	NSPT	Spessore strato (m)	Profondità (m)	Angolo d'attrito (°)	Gamma (t/m ³)	Gamma saturo (t/m ³)	Coesione (Kpa)	Densità relativa (%)
Strato 1	Sabbia	3.01	2.00	2.00	21.72	1.45	1.87	Non determinata	15.33
Strato 2	Sabbia e ghiaia	8.66	7.40	9.40	26.40	1.68	1.91	Non determinata	29.95
Strato 3	Sabbia	18.23	3.20	12.60	31.54	1.96	1.97	Non determinata	48.51
Strato 4	Ghiaia sabbiosa	11.28	0.80	13.40	28.01	1.77	1.93	Non determinata	35.75
Strato 5	Sabbia	22.30	2.40	15.80	33.29	1.99	2.04	Non determinata	54.49
Strato 6	Sabbia Ghiaiosa	46.62	0.20	16.00	41.44	2.14	2.23	Non determinata	77.60
Strato 7	Ghiaia	----	----	----	----	----	----	----	----

Tabella 7: Modello geotecnico prova penetrometrica 3.



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Strato	Descrizione litologica	NSPT	Spessore strato (m)	Profondità (m)	Angolo d'attrito (°)	Gamma (t/m ³)	Gamma saturato (t/m ³)	Coesione (Kpa)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico Kg/cm ²	Modulo di Young Kg/cm ²
Strato 1	Sabbia	1.76	1.60	1.60	20.14	1.39	1.87	Non determinata	11.67	29.00	14.00
Strato 2	Sabbia e ghiaia	8.47	7.80	9.40	26.27	1.68	1.91	Non determinata	29.51	44.86	35.60
Strato 3	Sabbia	18.23	3.20	12.60	31.54	1.96	1.97	Non determinata	48.51	64.91	52.43
Strato 4	Ghiaia sabbiosa	11.28	0.80	13.40	28.01	1.77	1.93	Non determinata	35.75	53.80	42.43
Strato 5	Sabbia	22.30	2.40	15.80	33.29	1.99	2.04	Non determinata	54.49	73.27	65.7
Strato 6	Sabbia Ghiaiosa	37.6	0.20	16.00	38.75	2.09	2.19	Non determinata	70.41	104.70	88.43
Strato 7	Ghiaia	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tabella 8: Modello geotecnico di progetto.

7. Verifica a liquefazione

Le NTC 2018 alla sezione 7.11.3.4.2 stabiliscono che:

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

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



Nel sito di progetto il sondaggio realizzato ha intercettato la superficie della falda a 3 m dal p.c, quindi è stato necessario procedere con le verifiche del potenziale rischio liquefazione secondo quando dettato dalla normativa vigente.

Gli approcci metodologici per valutare la suscettibilità di un materiale alla liquefazione si distinguono in:

- metodi qualitativi;
- metodi quantitativi.

7.1. Verifica quantitativa

Visti i risultati delle analisi qualitative si è proceduto alla verifica della possibilità di innesco alla liquefazione mediante metodi quantitativi.

La verifica di resistenza alla liquefazione, in condizioni free field (assenza di sovraccarichi in superficie), su sito pianeggiante e ad una quota z del deposito compresa nei primi 20 m di profondità, viene eseguita tramite metodi di analisi semplificata attraverso il rapporto tra capacità di resistenza alla liquefazione (CRR: Cyclic Resistance ratio) e domanda di resistenza alla liquefazione (CSR: Cyclic Stress Ratio):

$$Fsl = CRR/CSR$$

Con il termine CSR stimato a partire dall'accelerazione massima in superficie (a_{max}/g) per eventi sismici di assegnata "probabilità di eccedenza" in un arco temporale di riferimento e con CRR stimato in base ai risultati di prove in sito di tipo SPT, CPT o da misure di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista, mentre nell'O.P.C.M. n. 3274 un terreno viene considerato suscettibile a liquefazione quando lo sforzo di taglio generato dal terremoto ad una data profondità supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione in occasione di terremoti storici.

Il livello di sforzo di taglio all'80% implica un fattore di sicurezza pari a 1.25, per cui con valori inferiori occorre trasferire i carichi agli strati più profondi non suscettibili di liquefazione o eseguire interventi di consolidamento del terreno.

Per la stima del fattore di sicurezza a liquefazione (Fsl) occorre, pertanto, calcolare separatamente le due variabili CSR e CRR.

Le verifiche sono state eseguite con l'ausilio del software Liquiter ver. 2020 della GeoStru.



7.1.1. Calcolo del CSR

Il parametro di carico sismico, ovvero il profilo del rapporto di tensione ciclica equivalente ad un terremoto di magnitudo 7.5:

$$CSR = \frac{\tau_{AV}}{\sigma'_V}$$

viene calcolato con la nota relazione semi-empirica di Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \frac{\tau_{AV}}{\sigma'_V} = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_V}{\sigma'_V} \right) \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

Dove:

- $a_{\max}$ = accelerazione orizzontale di picco prodotta dal terremoto in superficie;
- g = accelerazione di gravità;
- σ_V = tensione verticale litostatica totale;
- σ'_V = tensione litostatica efficace;
- r_d = coeff. di riduzione delle tensioni;
- MSF = coeff. correttivo funzione della magnitudo del sisma (Magnitudo Scaling Factor).

Per i metodi di Idriss Boulanger (2014) e Andrus e Stokoe (2000).

$$r_d = e^{\alpha(z) + \beta(z)M}$$

Con:

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \operatorname{sen} \left(\frac{z}{11.73} + 5.133 \right) \quad \beta(z) = 0.106 + 0.118 \operatorname{sen} \left(\frac{z}{11.28} + 5.142 \right)$$

con z profondità dal piano campagna espressa in [m].

Per il metodo di Robertson e Wride (1997) il valore del coefficiente riduttivo r_d viene determinato mediante le formule raccomandate da un gruppo di esperti del NCEER (National Center for Earthquake Engineering Research) :

- se $z < 9,15$ m:
- $r_d = 1.0 - 0.00765 z$
- se $9,15 \leq z < 23$ m:
- $r_d = 1.174 - 0.00267 z$

dove z è la profondità in metri.



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

L'equazione utilizzata per il calcolo di MSF viene di seguito riportata per i diversi metodi:

- per il metodo Idriss e Boulanger (2014):

$$MSF = 1.0 + (MSF_{max} - 1.0) \left(8.64e^{-\frac{M}{4}} - 1.325 \right)$$

Dove per prove SPT:

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{31.5} \right)^2 \leq 2.2$$

- per i metodi di Robertson e Wride (1997) e di Andrus e Stokoe (2000): si calcola come raccomandato dal NCEER

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988)	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5.5	1.43	2.86	2.21
6.0	1.32	2.20	1.77
6.5	1.19	1.69	1.44
7.0	1.08	1.30	1.19
7.5	1.00	1.00	1.00
8.0	0.94	0.67	0.84
8.5	0.89	0.44	0.73

Tabella 9: Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori.

Calcolo dell'accelerazione orizzontale massima e della magnitudo di riferimento.

L'accelerazione massima orizzontale (amax) considerata è quella relativa allo Stato Limite di collasso (SLC), calcolata in base parametri sismici dipendenti dalle coordinate del sito e dalla scelta progettuale adottata:



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	40999	39,054970	16,062420	4312,0
Sito 2	41000	39,053440	16,126680	3224,7
Sito 3	41222	39,003460	16,124690	3677,2
Sito 4	41221	39,004990	16,060510	4657,3

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,056	2,359	0,287
Danno (SLD)	63	50	0,073	2,351	0,318
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,201	2,456	0,401
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,266	2,489	0,433

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,600	1,890	1,000	0,018	0,009	0,884	0,200
SLD	1,600	1,820	1,000	0,023	0,012	1,150	0,200
SLV	1,460	1,660	1,000	0,082	0,041	2,877	0,280
SLC	1,270	1,610	1,000	0,094	0,047	3,308	0,280

Tabella 10: Parametri sismici.

Definito il valore di a_{max} pari a 0.266 g, sono stati definiti i valori della Magnitudo associata allo Stato Limite analizzato, in questo caso SLC, mediante il sito internet dell'I.N.G.V., più precisamente all'indirizzo esse1-gis.mi.ingv.it, dove è possibile trovare un'applicazione che consente di calcolare il terremoto di scenario sulla base della mappa della pericolosità sismica del territorio italiano mediante una procedura denominata "disaggregazione".

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Analogamente alla disaggregazione in M-R è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M-R- ϵ dove ϵ rappresenta il numero di deviazioni standard per cui



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

$$Tr = -V_R / \ln(1 - PV_R) = -C_U * V_N / \ln(1 - PV_R) = -50 / \ln(1 - 0.05) = 975 \text{ anni}$$

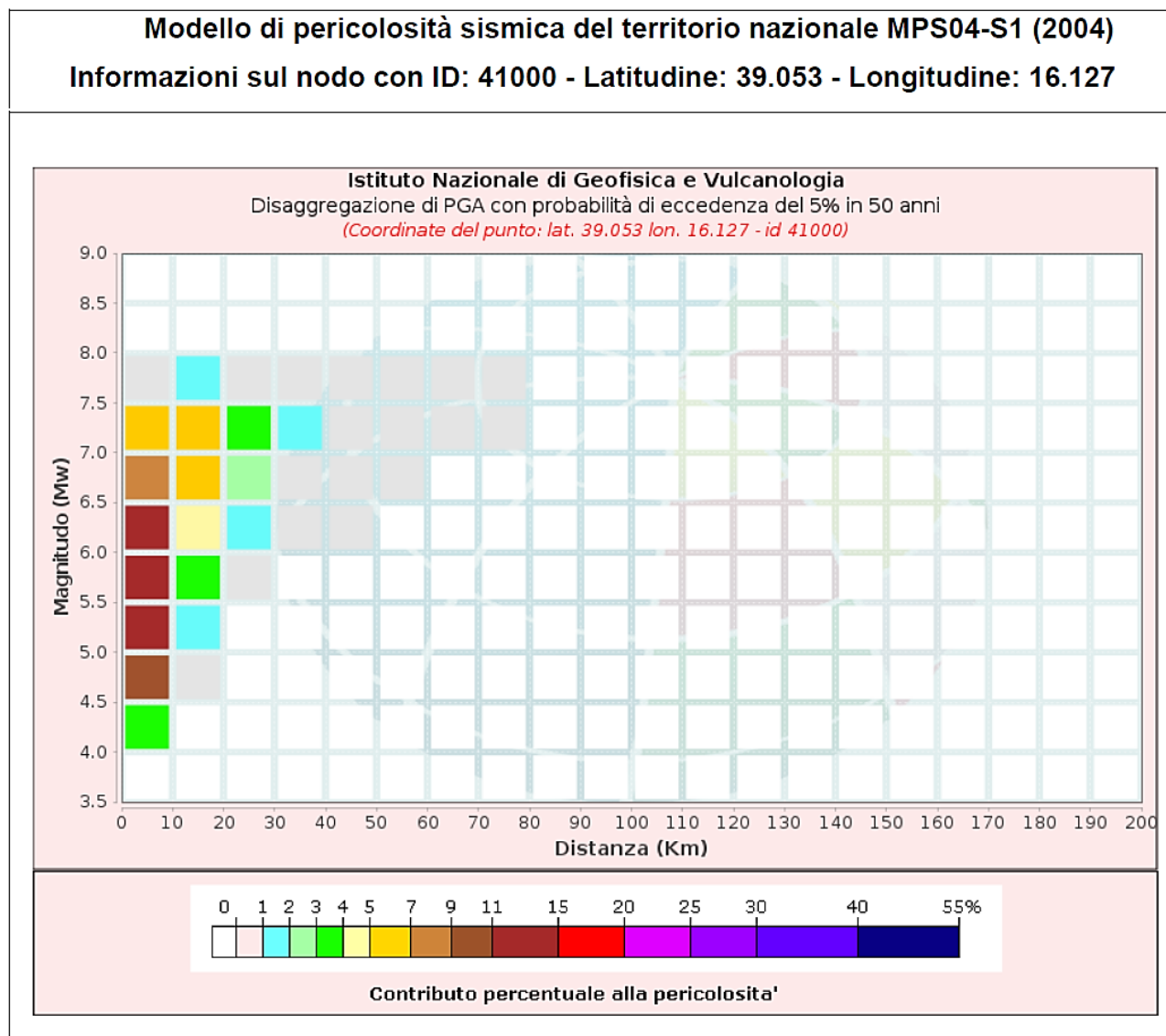


Figura 9 – Modello di pericolosità sismica



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 39.053 lon. 16.127 - id 41000)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5- 4.0	4.0- 4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	3.0600	10.5000	13.3000	13.7000	11.8000	8.7200	5.5600	0.7940	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.1520	1.1400	3.0000	4.8800	6.0200	5.9300	1.0700	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1570	1.0000	2.1400	3.1100	0.6910	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0765	0.6360	1.3900	0.3660	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0937	0.4570	0.1420	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0971	0.0415	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0169	0.0142	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0023	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.1	9.31	0.926

Riferimenti

La descrizione della costruzione del modello di pericolosità sismica MPS04 è contenuta nel sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

La descrizione della stima di tutti i parametri è contenuta nel sito <http://esse1.mi.ingv.it>, da cui si può accedere anche alle mappe interattive.

Per quanto riguarda le analisi di disaggregazione, i dettagli sono disponibili nella pagina del deliverable D14 del progetto S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>).

La pubblicazione scientifica di riferimento è:

Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., 2011. Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Am. 101(4), 1885-1911. DOI: 10.1785/0120100130.

Tabella 11: Valori di ag e analisi di disaggregazione di pericolosità sismica con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni..



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

DATI GENERALI

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 3 m

Metodo calcolo stato tensionale Bussinesq

Coefficiente di Poisson 0.35

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.25

Fattore amplificazione 2.448

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.3328

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.5

Distanza epicentro 10.4 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.3332

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	Sabbia	0	2	14.5	18.7	3	0.0077	11	14	115.48
2	Sabbia e ghiaia	2	9.4	16.8	19.1	8.66	0.0054	15	15	315.45
3	Sabbia	9.4	12.6	19.6	19.7	18.23	0.0108	20	15	324.1
4	Ghiaia sabbiosa	12.6	13.4	17.7	19.3	11.28	0.0108	31.5	15	318.8
5	Sabbia	13.4	15.8	19.9	20.4	22.3	0.0001	60	25	345.6
6	Sabbia Ghiaiosa	15.8	16	21.4	22.3	46.62	0.0001	50	25	345.62
7	Ghiaia	16	30	22	23	50	0.0001	60	25	815.2

Tabella 12: Parametri geotecnici



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER) 0.6
Diametro foro di sondaggio 100 mm
Tipo di campionamento standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-Sabbia	0	Valido per sabbie pulite
2-Sabbia e ghiaia	0	Valido per sabbie pulite
3-Sabbia	0	Valido per sabbie pulite
4-Ghiaia sabbiosa	0	Valido per sabbie pulite
5-Sabbia	0	Valido per sabbie pulite
6-Sabbia Ghiaiosa	0	Valido per sabbie pulite
7-Ghiaaaa	0	Valido per sabbie pulite



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	(N1)60cs	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	3.20	49.865	47.903	1.445	13.003	0.976	0.311	0.220	1.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
2	3.40	53.684	49.761	1.418	12.758	0.974	0.306	0.228	1.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
3	3.60	57.503	51.619	1.392	12.527	0.972	0.301	0.235	1.28	Terreno non suscettibile di liquefazione
4	3.80	61.321	53.476	1.367	12.307	0.971	0.296	0.241	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
5	4.00	65.140	55.334	1.344	12.099	0.969	0.292	0.247	1.18	Terreno suscettibile di liquefazione



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

6	4.20	68.959	57.191	1.322	11.901	0.968	0.288	0.253	1.14	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
7	4.40	72.777	59.048	1.301	11.712	0.966	0.284	0.258	1.10	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
8	4.60	76.596	60.905	1.281	11.532	0.965	0.281	0.263	1.07	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
9	4.80	80.414	62.762	1.262	11.360	0.963	0.277	0.267	1.04	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
10	5.00	84.233	64.619	1.244	11.196	0.962	0.274	0.272	1.01	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
11	5.20	88.051	66.476	1.226	11.038	0.960	0.271	0.275	0.98	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
12	5.40	91.869	68.333	1.210	10.887	0.959	0.268	0.279	0.96	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
13	5.60	95.687	70.190	1.194	10.743	0.957	0.265	0.283	0.94	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
14	5.80	99.505	72.046	1.178	10.603	0.956	0.262	0.286	0.92	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
15	6.00	103.323	73.903	1.163	10.469	0.954	0.259	0.289	0.90	Terreno



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										suscetti bile di liquefaz ione
16	6.20	107.141	75.760	1.149	10.340	0.953	0.257	0.292	0.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
17	6.40	110.959	77.616	1.135	10.216	0.951	0.254	0.294	0.86	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
18	6.60	114.777	79.473	1.122	10.096	0.950	0.252	0.297	0.85	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
19	6.80	118.594	81.329	1.109	9.980	0.948	0.250	0.299	0.83	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
20	7.00	122.412	83.185	1.096	9.868	0.946	0.248	0.302	0.82	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
21	7.20	126.230	85.042	1.084	9.759	0.945	0.245	0.304	0.81	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
22	7.40	130.047	86.898	1.073	9.655	0.943	0.243	0.306	0.80	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
23	7.60	133.865	88.754	1.061	9.553	0.942	0.241	0.308	0.78	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
24	7.80	137.683	90.611	1.051	9.455	0.940	0.240	0.309	0.77	Terreno suscetti bile di



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										liquefaz ione
25	8.00	141.500	92.467	1.040	9.359	0.939	0.238	0.311	0.76	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
26	8.20	145.318	94.323	1.030	9.267	0.937	0.236	0.313	0.75	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
27	8.40	149.135	96.179	1.020	9.177	0.936	0.234	0.314	0.75	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
28	8.60	152.953	98.035	1.010	9.090	0.934	0.233	0.316	0.74	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
29	8.80	156.770	99.892	1.001	9.005	0.933	0.231	0.317	0.73	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
30	9.00	160.588	101.748	0.991	8.922	0.931	0.229	0.318	0.72	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
31	9.20	164.405	103.604	0.982	8.842	0.935	0.228	0.321	0.71	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
32	9.40	168.223	105.460	0.974	8.764	0.930	0.226	0.321	0.71	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
33	9.60	172.160	107.436	0.965	17.366	0.924	0.409	0.321	1.27	Terreno non suscetti bile di liquefaz



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										ione
34	9.80	176.098	109.413	0.956	17.208	0.919	0.405	0.320	1.26	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	10.00	180.035	111.389	0.948	17.055	0.914	0.401	0.320	1.25	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
36	10.20	183.973	113.365	0.939	16.906	0.909	0.398	0.319	1.24	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
37	10.40	187.910	115.341	0.931	16.760	0.904	0.394	0.319	1.24	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
38	10.60	191.848	117.318	0.923	16.618	0.898	0.391	0.318	1.23	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
39	10.80	195.786	119.294	0.916	16.480	0.893	0.388	0.317	1.22	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
40	11.00	199.723	121.270	0.908	16.345	0.888	0.385	0.317	1.21	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
41	11.20	203.661	123.246	0.901	16.214	0.883	0.381	0.316	1.21	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
42	11.40	207.599	125.223	0.894	16.085	0.878	0.378	0.315	1.20	Terreno suscetti bile di liquefaz



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										ione
43	11.60	211.536	127.199	0.887	15.960	0.872	0.376	0.314	1.20	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
44	11.80	215.474	129.175	0.880	15.837	0.867	0.373	0.313	1.19	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
45	12.00	219.412	131.152	0.873	15.718	0.862	0.370	0.312	1.18	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
46	12.20	223.349	133.128	0.867	15.600	0.857	0.367	0.311	1.18	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
47	12.40	227.287	135.105	0.860	15.486	0.852	0.365	0.310	1.18	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
48	12.60	231.225	137.081	0.854	15.374	0.846	0.362	0.309	1.17	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
49	12.80	235.083	138.978	0.848	9.331	0.841	0.237	0.308	0.77	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
50	13.00	238.941	140.874	0.843	9.268	0.836	0.236	0.307	0.77	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
51	13.20	242.799	142.771	0.837	9.206	0.831	0.235	0.306	0.77	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
52	13.40	246.657	144.667	0.831	9.145	0.826	0.234	0.305	0.77	Terreno



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										suscetti bile di liquefaz ione
53	13.60	250.735	146.784	0.825	18.159	0.820	0.428	0.304	1.41	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
54	13.80	254.813	148.901	0.820	18.029	0.815	0.425	0.302	1.41	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
55	14.00	258.891	151.017	0.814	17.902	0.810	0.422	0.301	1.40	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
56	14.20	262.969	153.134	0.808	17.778	0.805	0.419	0.299	1.40	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
57	14.40	267.047	155.251	0.803	17.657	0.800	0.416	0.298	1.40	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
58	14.60	271.125	157.368	0.797	17.537	0.794	0.413	0.296	1.39	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
59	14.80	275.203	159.485	0.792	17.421	0.789	0.410	0.295	1.39	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
60	15.00	279.281	161.601	0.787	17.306	0.784	0.407	0.293	1.39	Terreno



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										non suscetti bile di liquefaz ione
61	15.20	283.359	163.718	0.782	17.194	0.779	0.405	0.292	1.39	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
62	15.40	287.438	165.835	0.777	17.084	0.774	0.402	0.290	1.38	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
63	15.60	291.516	167.952	0.772	16.976	0.768	0.399	0.289	1.38	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
64	15.80	295.594	170.069	0.767	16.870	0.763	0.397	0.287	1.38	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
65	16.00	300.052	172.566	0.761	35.778	0.758	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
66	16.20	304.651	175.203	0.755	37.775	0.753	0.022	0.284	0.08	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
67	16.40	309.249	177.840	0.750	37.493	0.748	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
68	16.60	313.848	180.477	0.744	37.219	0.742	--	--	--	Terreno



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										non suscetti bile di liquefaz ione
69	16.80	318.446	183.114	0.739	36.950	0.737	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
70	17.00	323.044	185.751	0.734	36.686	0.732	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
71	17.20	327.643	188.388	0.729	36.429	0.727	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
72	17.40	332.241	191.026	0.724	36.176	0.722	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
73	17.60	336.840	193.663	0.719	35.929	0.716	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
74	17.80	341.438	196.300	0.714	35.687	0.711	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
75	18.00	346.037	198.937	0.709	35.450	0.706	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

76	18.20	350.636	201.575	0.704	35.217	0.701	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
77	18.40	355.234	204.212	0.700	34.989	0.696	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
78	18.60	359.833	206.849	0.695	34.765	0.690	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
79	18.80	364.432	209.487	0.691	34.546	0.685	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
80	19.00	369.030	212.124	0.687	34.330	0.680	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
81	19.20	373.629	214.761	0.682	34.119	0.675	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
82	19.40	378.228	217.399	0.678	33.911	0.670	25.415	0.252	100.73	Terreno non suscettibile di liquefazione
83	19.60	382.827	220.036	0.674	33.707	0.664	8.095	0.250	32.34	Terreno non suscettibile di liquefazione



**Lavori di manutenzione per il ripristino della officiosità idraulica
del Fiume Crati nel tratto situato a circa 1.5 km a Monte della Confluenza del T.Finita
nel Comune di Lattarico**

										ione
84	19.80	387.425	222.674	0.670	33.507	0.659	5.024	0.248	20.23	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	20.00	392.024	225.311	0.666	33.310	0.654	3.742	0.246	15.18	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

Correzione per ER (CE) 1
Correzione diametro foro (CB) 1
Correzione per la magnitudo (MSF) 2.21
IPL (Iwasaki)=5.88 Zcrit=20 m Rischio=Alto.

Il basamento dei massi a protezione dell'argine sarà realizzato a una quota di circa -2.00 m rispetto al piano campagna, in corrispondenza di uno strato non suscettibile a fenomeni di liquefazione. Tale strato presenta caratteristiche geotecniche compatibili con i carichi trasmessi dalla sovrastruttura, garantendo adeguata stabilità e sicurezza anche in condizioni sismiche.



8. Conclusioni e prescrizioni

Sulla scorta dei dati acquisiti, riguardo all'assetto morfostrutturale del sito d'indagine, le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi interessati dall'opera e le condizioni idrogeologiche, si può affermare che per quanto concerne i lavori previsti, non esistono controindicazioni di tipo geologico-tecnico che possano inficiare il lavoro in oggetto solo qualora si applicano delle soluzioni tecniche che possano rispettare le indicazioni contenute nella presente relazione emerse dall'esecuzione ed elaborazione dei dati in situ.

È presente una intensa erosione che causa l'erosione del piede della scarpata, fenomeno che perturba l'assetto geostatico vigente, creando un movimento di massa diffuso.

La falda è stata rinvenuta a circa 3 m dal p.c..

Per quanto riguarda la suscettibilità alla liquefazione le verifiche effettuate indicano, per i valori di accelerazione e magnitudo previsti, un rischio molto basso, ma i terreni a profondità inferiore agli 3.80 m dal p.c. risultano suscettibili di liquefazione. Per le verifiche è stata considerata la presenza della falda a 3 m dal p.c..

In base ai dati attualmente disponibili si prescrive quanto segue:

- i lavori previsti dovranno essere realizzati nel rispetto delle normative antisismiche e in rispetto alle NORME DI ATTUAZIONE E MISURE DI SALVAGUARDIA contenute nel Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico della Regione Calabria relativamente al rischio Idraulico;
- è necessario avvalersi durante la fase di scavo di un geologo in modo da verificare il rispetto delle indicazioni contenute nel presente elaborato ed attuare il metodo osservazionale durante la realizzazione delle fondazioni in modo da escludere i fenomeni di densificazione o liquefazione dovute alla presenza di lenti di sabbia accertabili dallo scavo e dalla perforazione delle opere fondali, aspetto che condizionerebbe la funzionalità dell'intera opera. Sarà cura del Direttore dei Lavori convocare il professionista individuato ed incaricato dalla committenza.
- In relazione alla presenza della falda, essendo soggetta ad escursioni stagionali, è necessario realizzare i sistemi fondali profondi utilizzando tecniche che possano consentire un'adeguata perforazione e messa in opera del palo di fondazione che sia efficace ed efficiente rispetto al modello geotecnico, sismico ed idrogeologico ricostruito ed ai carichi sovrainposti.