

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>PROGLOBAL</b>                  Dott. Ing. B. Polifroni                  Ordine Ingegneri Reggio Calabria                  n° A1845                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b>                   Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                   Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
--	---	---	---

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA  <i>Tipo di sistema</i> CANTIERI  <i>Raggruppamento di opere/attività</i> SITI DI STOCCAGGIO - CAVE  <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> SITI DI RECUPERO AMBIENTALE – SD.19  <i>Titolo del documento</i> CRA2 - RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA                  CANTIERI                  SITI DI STOCCAGGIO - CAVE                  SITI DI RECUPERO AMBIENTALE – SD.19                  CRA2 - RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p><b>CZ0171_F0</b></p>
--	---	-------------------------

CODICE	C	G	1	4	0	0	P	R	X	D	C	C	Z	C	4	S	D	1	9	0	0	0	0	0	2	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	SICARI	G. POLIFRONI	B. POLIFRONI



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

1.	Ubicazione geografica .....	5
2.	Geomorfologia .....	7
2.1	Inquadramento geomorfologico generale.....	7
2.2	Inquadramento geomorfologico dell'area di intervento.....	7
2.3	Analisi dei fenomeni evolutivi in atto .....	9
3.	Inquadramento geolitologico .....	9
4.	Circolazione idrica superficiale .....	15
5.	Circolazione idrica sotterranea .....	17
6.	Inquadramento tettonico e sismicità del territorio .....	21
7.	Inquadramento nella cartografia P.A.I. ....	25
8.	Assetto strutturale.....	27
9.	Analisi dei risultati delle indagini geognostiche.....	27
9.1	Prove penetrometriche dinamiche pesanti .....	28
9.2	Prospezione sismica MASW .....	29
10.	Modello geotecnico del sottosuolo .....	29
11.	Valutazione dei parametri geotecnici .....	31
11.1	Metodologia di elaborazione .....	31
11.2	Valori dei parametri geotecnici da prove SCPT .....	32
12.	Classificazione sismica del sottosuolo.....	33
13.	Considerazioni conclusive .....	35



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Premessa

La presente relazione geologico – tecnica è stata redatta per il “*Progetto Definitivo Deposito Materiale Inerte – CRA 2*”, da realizzarsi nel Comune di Melicuccà (RC).

Lo studio geologico è stato impostato nel rispetto della normativa vigente, e le indagini svolte hanno consentito di definire:

- l'assetto geomorfologico, i processi morfogenetici ed i dissesti in atto o potenziali (e la loro tendenza evolutiva) del territorio interessato dall'intervento in progetto;
- i caratteri lito-stratigrafici generali e locali, con definizione dell'origine e natura dei litotipi presenti nelle aree interessate, della loro distribuzione spaziale, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- l'andamento litostratigrafico dei terreni interessati dalle opere in progetto;
- i lineamenti tettonici, geostrutturali e sismici generali, nonché la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità in genere;
- lo schema idrologico superficiale e idrogeologico sottterraneo;
- le condizioni di stabilità delle zone interessate;
- le caratteristiche geomeccaniche degli stessi terreni e i loro parametri geotecnici.

Lo studio si è svolto secondo il seguente iter:

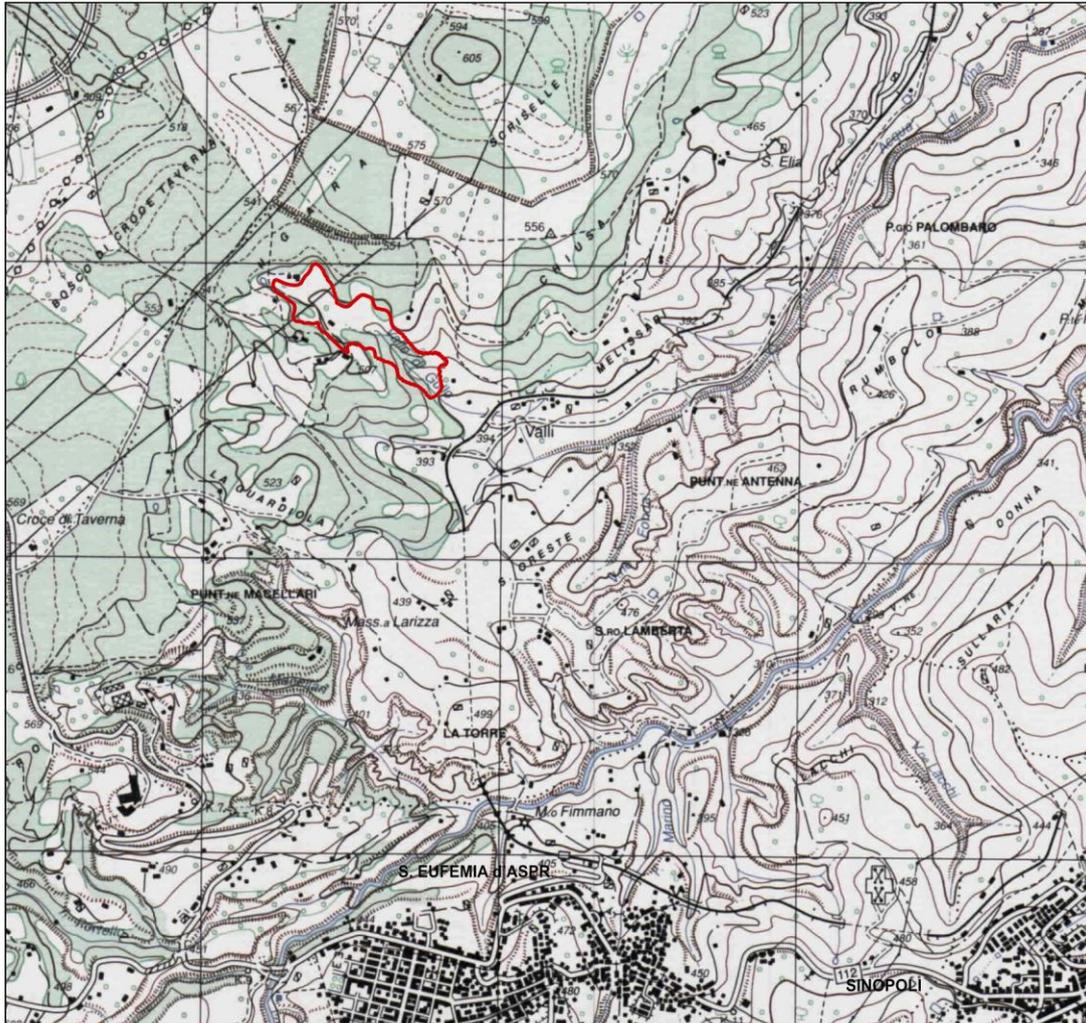
- Rilevamento geologico di superficie, confrontato con le informazioni desunte dalla cartografia ufficiale e dalla bibliografia esistente.
- Piano di indagini in situ basato su:
  - Prove penetrometriche dinamiche pesanti;
  - Prospezione sismica con metodologia MASW.

### 1. Ubicazione geografica

L'intervento in progetto dovrà essere realizzato nel territorio comunale di Melicuccà (RC), precisamente in località denominata *La Zingara* nella parte iniziale del deposito e *Valle di Gullo* nella parte finale.

L'area direttamente interessata dal deposito si sviluppa entro la fascia altimetrica 408 – 520 m s.l.m., ed occupa una superficie complessiva di circa 80.311 mq.

Dal punto di vista geografico rientra nella Tavoleta *Oppido Mamertina*, Foglio n. 589 – Sez. II della Carta d'Italia I.G.M. 1:25.000.



**Corografia**  
(scala 1:25.000)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2. Geomorfologia

### 2.1 Inquadramento geomorfologico generale

Il territorio su cui si sviluppa l'area oggetto dell'intervento presenta lineamenti morfologici tipici di un paesaggio collinare, modellato essenzialmente su terreni sedimentari sabbioso – conglomeratici di età plio - pleistocenica e subordinatamente su rocce granitiche paleozoiche.

L'area interessa un settore di altopiano interrotto verso SE da un pendio piuttosto ripido che forma anche il versante orografico sinistro della valle del torrente Arena o Acqua di Vina. Questo pendio risulta inciso da depressioni vallive secondarie in cui scorrono occasionalmente le acque di ruscellamento raccolte da piccoli bacini imbriferi di meno di un chilometro quadrato di superficie, che si estendono verso l'interno dell'altopiano.

L'assetto morfologico locale è stato fortemente condizionato dal sollevamento neotettonico che ha interessato tutto l'Appennino calabrese con sollevamenti dell'ordine di parecchie centinaia di metri, che hanno determinato un notevole approfondimento del livello di base di tutti i corsi d'acqua.

I fenomeni morfologici a rapida evoluzione sono legati principalmente all'erosione da ruscellamento concentrato dell'acqua piovana. Fenomeni di erosione superficiale per dilavamento della pioggia battente si rinvengono nelle aree prive di copertura boschiva. Secondari appaiono gli effetti morfologici legati alla dinamica gravitativa, che sono molto circoscritti e risultano riconducibili soprattutto a fenomeni di tipo soil slip.

### 2.2 Inquadramento geomorfologico dell'area di intervento

Il deposito di materiale inerte verrà realizzato in un impluvio naturale aperto a SE che incide il versante che delimita un vasto altopiano che si estende verso N-NW. Il bacino imbrifero misura circa 0.30 Km<sup>2</sup> ed è solcato da un'unica asta fluviale che confluisce nel torrente Arena o Acqua di Vina. La superficie del bacino risulta quasi completamente coperta da vegetazione di alto fusto composta da boschi di castagno, querce, robinie e circoscritti uliveti; localmente sono presenti cespugli ed arbusti rappresentati da specie tipiche della macchia mediterranea. Molto rare sono le superfici denudate, che localmente sono soggette ad erosione per dilavamento dell'acqua piovana.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Il profilo longitudinale dell'asta valliva presenta una morfologia strettamente legata alle caratteristiche litotecniche delle rocce affioranti nel bacino imbrifero. Partendo dall'altopiano, dalla quota altimetrica di circa 542 m s.l.m. dove affiorano terreni sabbiosi ben addensati, la pendenza, per una lunghezza di circa 600 m, oscilla tra il 14 ed il 9 %.. Segue un breve tratto di circa 135 m, dove la pendenza aumenta fino al 37 %, in cui nella parte terminale è presente un *gradino morfologico* dove affiora la roccia granitica. Subito dopo questo gradino affiorano nuovamente le rocce sedimentarie sabbiose presenti nel primo tratto: qui la valle si allarga gradualmente con pendenze che si attestano attorno al 9 %, che si mantengono costanti fino al rilevato dell'ex linea delle Ferrovie della Calabria.

In quest'ultimo tratto vallivo, a circa 190 m a monte della suddetta linea ferroviaria, cade il limite inferiore dell'area di deposito del materiale inerte. Questo settore della valle, grazie alla fertilità del suolo ed all'assetto topografico sub pianeggiante viene, seppure parzialmente rispetto al passato, ancora utilizzato per la coltivazione di ortaggi.

La morfologia del suddetto tratto vallivo presenta un assetto a ripiani terrazzati delimitati da scarpate modellate sul terreno naturale di altezza variabile fino a circa 3 m.

Le acque piovane provenienti da monte scendono in un piccolo fosso posto nella parte centrale dell'asse vallivo ed oltrepassato il ponte della ferrovia defluiscono verso il torrente Arena o Acqua di Vina.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I versanti vallivi hanno pendenze che si attestano attorno al 35 %, e presentano dei profili regolari con forme di tipo convesso che mostrano generalmente un aumento dell'inclinazione verso il basso.

### 2.3 Analisi dei fenomeni evolutivi in atto

Il quadro che emerge dai sopralluoghi eseguiti denota un assetto morfologico tendenzialmente stabile, in cui non sono state rinvenute forme di dissesto imputabili a fenomeni esogeni a rapida evoluzione.

I processi di denudazione dei versanti risultano poco incisivi in quanto gli stessi, quasi ovunque sono protetti da una fitta ed efficace copertura vegetale di alto fusto, che limita fortemente l'azione erosiva della pioggia battente.

I processi gravitativi sono molto rari ed appaiono limitati a fenomeni di tipo *soil slip* (frane superficiali per saturazione e fluidificazione rapida del suolo), che si attivano unicamente solo dopo eventi pluviometrici eccezionali, di breve durata e forte intensità.

I fenomeni di erosione lineare ascrivibili al ruscellamento concentrato dell'acqua piovana, non rivestono particolare rilevanza sull'assetto geostatico dell'area di intervento. Ciò è dovuto alla ridotta estensione della superficie imbriferà ed alla prevalenza nel bacino di terreni sabbiosi ad elevata permeabilità che limitano l'aliquota di acqua piovana disponibile al ruscellamento.

Pertanto il deflusso nell'asta idrografica principale si attiva unicamente dopo eventi piovosi piuttosto intensi e di lunga durata. In ogni caso non assume mai carattere parossistico, come dimostra la totale assenza di forme erosive accentuate lungo il fosso di deflusso.

## 3. Inquadramento geolitologico

Secondo le indicazioni riportate sulla Carta Geologica della Calabria 1:25.000 - (Tavoletta S. *Eufemia d'Aspromonte*) e dal rilievo geologico eseguito, il substrato dell'area interessata dal progetto é composto da rocce sedimentarie terrigene sovrapposte in discordanza stratigrafica su un basamento cristallino di rocce intrusive acide di età paleozoica.

Nell'area esaminata affiorano le seguenti formazioni:

- *Complesso di rocce acide a composizione granitoide -  $\gamma$  - (Paleozoico)*
- *Sabbie di colore biancastro –  $Ps^{1-2}$  - (Pliocene medio – sup.)*
- *Depositi alluvionali eterogenei -  $q^{ol-s}$  - (Pleistocene medio – sup.)*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- *Depositi di soliflusso e dilavamento - a - (Olocene)*

- **COMPLESSO DI ROCCE ACIDE A COMPOSIZIONE GRANITOIDE**

Questo complesso cristallino, nell'ambito considerato, forma affioramenti discontinui e molto limitati arealmente.

Dal punto di vista petrografico si tratta di rocce acide biotitiche, a grana da media a grossolana, a composizione variabile tra la quarzo – diorite e la granodiorite.

I costituenti mineralogici in ordine quantitativo decrescente sono: plagioclasti, quarzo, microclino, ortoclasio, biotite e muscovite.

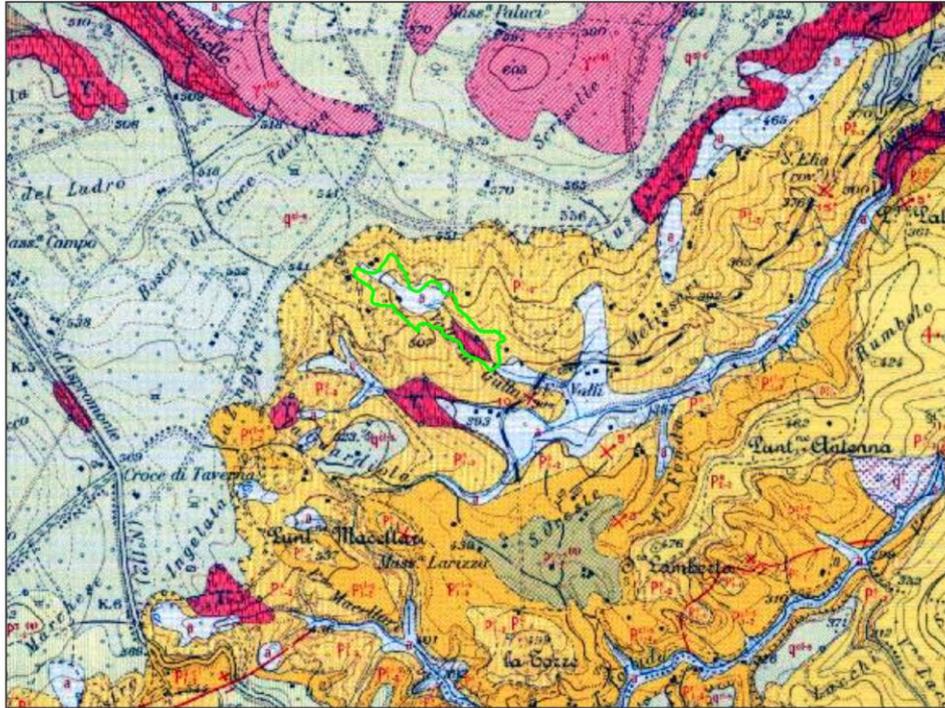
La roccia affiorante risulta fortemente fratturata a seguito delle intense vicissitudini tettoniche subite durante le orogenesi ercinica ed alpina. Inoltre, trattandosi di masse plutoniche, bisogna tenere presente che sono numerose anche le fessurazioni per raffreddamento e consolidamento del magma.

A questa profonda disgregazione meccanica si accompagna sempre un'alterazione chimico - fisica molto spinta, causata dagli agenti atmosferici.

Il processo di alterazione interessa in modo particolare i feldspati, mentre gli altri componenti soprattutto quarzo e mica sono quasi inalterabili all'acqua ed all'aria.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I feldspati al contatto con l'acqua si trasformano lentamente in idrosilicati, minerali



**INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**  
 Stralcio della Carta Geologica della Calabria 1:25.000  
 Foglio 254 - Tavoletta: S. Eufemia I N.E.

- a  

Prodotti di soliflusso e dilavamento, talora misti a materiale alluvionale.  
(Olocene)
- q<sup>cl-s</sup>  

Conglomerati e sabbie di colore bruno - rossastro.  
(Pleistocene medio - sup.)
- P<sup>s</sup><sub>1-2</sub>  

Sabbie grigio biancastre, occasionalmente bioclastiche, a vario grado di costipazione.  
(Pliocene inf.- medio)
- γ<sup>1</sup>  

Complesso di rocce acide a composizione variabile tra la quarzodiorite e la granodiorite. In affioramento è interessato da una intensa fratturazione ed alterazione superficiale.  
(Paleozoico)



*Ubicazione dell'area interessata dal deposito*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

che globalmente vanno sotto il nome di caolino. La completa alterazione ed idratazione di questa fase minerale ed il conseguente aumento di volume hanno portato alla trasformazione della roccia originarie in un materiale scarsamente coesivo e facilmente disgregabile. Quando lo stadio di alterazione é molto avanzato, la roccia viene ridotta ad un vero e proprio *sabbione disfatto color ruggine*, costituito in massima parte da quarzo, il solo componente mineralogico rimasto inalterato.

Il fenomeno, conosciuto come “arenizzazione dei graniti”, appare generalmente limitato alla parte più superficiale dell’ammasso roccioso, dove la decompressione naturale dei versanti, allentando i giunti di fratturazione, determina una maggiore permeabilità ed una più diffusa circolazione delle acque meteoriche.

In affioramento la roccia appare sempre interessata da vari sistemi di fratture e fessurazioni, che tendono a suddividerla in prismi o blocchi irregolari di varie dimensioni.

- **SABBIE DI COLORE BIANCASTRO -  $Ps^{2-3}$  - (Pliocene medio – sup.)**

Questa formazione è quella che di gran lunga affiora all’interno del bacino imbrifero in esame.

Si tratta di una formazione terrigena di ambiente marino, eterogenea dal punto di vista granulometrico, composta da sabbie di colore grigio - biancastro a granulometria variabile da fine a grossolana. Localmente diventa ghiaiosa con clasti di natura cristallina sub arrotondati e di diametro variabile fino ad 1 cm. Talora appare debolmente cementata fino a formare conglomerati sabbiosi o arenarie.

Gli elementi sono costituiti essenzialmente da quarzo, feldspati ed aggregati polimineralici derivati dal disfacimento delle rocce cristalline e, localmente, da bioclasti.

Negli affioramenti esaminati forma degli strati massicci privi di strutture sedimentarie che ne consentono di rilevare con certezza il suo assetto giaciturale. Tuttavia, in base ad informazioni cartografiche, la stratificazione in genere tende ad immergere verso SE con angoli di inclinazione variabili fra 5 e 10°.

La formazione poggia in discordanza stratigrafica sul basamento cristallino e può raggiungere spessori variabili fino ad un massimo di 150 m.

Nel suo complesso presenta una moderata resistenza ai fenomeni di ruscellamento concentrato e tende ad essere facilmente dilavata dalla pioggia battente soprattutto nei settori privi di cementazione e/o dove manca un’adeguata copertura arborea.

La permeabilità va considerata su una scala medio – alta, che favorisce nettamente i fenomeni di infiltrazione dell’acqua piovana nel sottosuolo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

▪ **DEPOSITI ALLUVIONALI ETEROGENEI -  $q^{cl-s}$  - (Pleistocene medio – sup.)**

Si tratta di una formazione di ambiente alluvionale che affiora in modo continuo soprattutto nella parte alta del bacino considerato, anche se localmente può formare lembi isolati che poggiano in discordanza stratigrafica sulle formazioni precedenti.

Dal punto di vista litologico è composta da sabbie limoso – argillose generalmente di colore bruno - rossastro, localmente passanti a conglomerati sabbiosi grossolani debolmente cementati o ad argille sabbiose.

La caratteristica principale della formazione è la notevole variabilità litologica riscontrabile sia verticalmente sia orizzontalmente, che appare legata ad un ambiente deposizionale di conoide alluvionale alimentato da paleo corsi d'acqua. La sua deposizione testimonia comunque una forte erosione delle aree continentali legata ai sollevamenti quaternari avvenuti in questo settore della penisola calabrese.

I sedimenti, a causa della loro eterogeneità granulometrica, non presentano in affioramento piani di stratificazione significativi.

Questi depositi sono facilmente disgregabili e presentano di conseguenza una debole resistenza ai fenomeni erosivi legati al ruscellamento.

La permeabilità risulta molto variabile ed appare condizionata dall'elevata eterogeneità dei sedimenti. Generalmente si attesta su valori medi dove prevalgono i sedimenti grossolani, mentre è bassa nei settori in cui i sedimenti sono prevalentemente argillosi.

Le diverse sezioni naturali visibili nelle aree limitrofe a quella considerata, evidenziano uno spessore complessivo compreso fra 10 e 15 m.

▪ **DEPOSITI DI SOLIFLUSSO E DILAVAMENTO - a - (Olocene)**

Nell'area considerata affiorano soltanto nei settori più pianeggianti del fondovalle del bacino idrografico oggetto di riempimento.

Rappresentano depositi la cui origine è collegata alla rimobilizzazione, per azione degli agenti esogeni, dei terreni e delle rocce affioranti lungo i versanti.

Si tratta, nel dettaglio, di depositi colluviali costituiti da argilla sabbioso – limosa con piccoli ciottoli cristallini sub spigolosi fino a 2 - 3 cm. Spesso sono presenti anche delle intercalazioni di depositi alluvionali sabbioso – limosi con ciottoli sub arrotondati di natura cristallina e di diametro variabile fino 2 – 3 cm.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nel tratto di fondovalle compreso tra la linea ferroviaria ed il gradino morfologico dove affiora la roccia granitica, sono visibili anche isolati blocchi di roccia cristallina, a volte sub arrotondati, che raggiungono volumi variabili da 0,5 fino a circa 3 mc.

La forma sub arrotondata denota che si tratta di blocchi legati ad un ambiente alluvionale, controllato da paleo corsi d'acqua ad elevata energia della corrente. Tali caratteristiche portano a ritenere che questi blocchi appartengono ai *DEPOSITI ALLUVIONALI ETEROGENEI - q<sup>cl-s</sup>* -, in quanto sono stati rilevati nella stessa formazione anche in altri affioramenti situati alla base dei versanti montuosi che delimitano il bacino sedimentario della Piana di Gioia Tauro.

La messa in posto nell'area esaminata molto probabilmente è avvenuta per rotolamento dalla parte superiore del bacino, dove la formazione suddetta affiora. Naturalmente le condizioni paleogeografiche in cui tale fenomeno si è verificato dovevano essere molto diverse da quelle attuali.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



#### **4. Circolazione idrica superficiale**

Le acque piovane di ruscellamento raccolte nel bacino imbrifero defluiscono sul fondovalle del torrente Arena o Acqua di Vina attraverso un piccolo fosso che oltrepassa il ponticello ferroviario. Le dimensioni di questo fosso sono veramente ridotte, tanto che a monte del ponte a tratti non è nemmeno chiaramente identificabile sul terreno.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Vista fosso lato monte



Vista fosso lato valle

A valle del ponte la sezione di deflusso del fosso appare veramente esigua e non supera in entrambi le dimensioni i 40 cm.

Oltrepassato il ponte, dopo circa 80 m, le acque attraversano la carreggiata di una strada interpodereale con un tubo in PVC di appena 20 cm di diametro.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Il fosso è attraversato permanentemente da un rigagnolo di acqua, alimentato da una piccola sorgente perenne che sgorga nella parte medio alta del bacino imbrifero limitrofo a quello in studio. Da quanto descritto si evince chiaramente che la circolazione idrica che si attiva nel bacino, anche in concomitanza di eventi piovosi intensi e prolungati, è praticamente trascurabile. Tale caratteristica è dovuta sia alla ridotta estensione della superficie del bacino imbrifero sia alla natura dei litotipi affioranti, che sono costituiti prevalentemente da depositi sabbiosi ad elevata permeabilità.

## 5. Circolazione idrica sotterranea

L'assetto idrogeologico locale risulta sostanzialmente definito dalla presenza di un elevato spessore di sedimenti sabbiosi o sabbioso – conglomeratici che poggiano in discordanza stratigrafica su un basamento granitico molto alterato e fratturato.

La sequenza sedimentaria affiorante nel bacino presenta una permeabilità primaria per porosità che si attesta su valori medio – alti e favorisce nettamente la percolazione delle acque piovane nel sottosuolo.

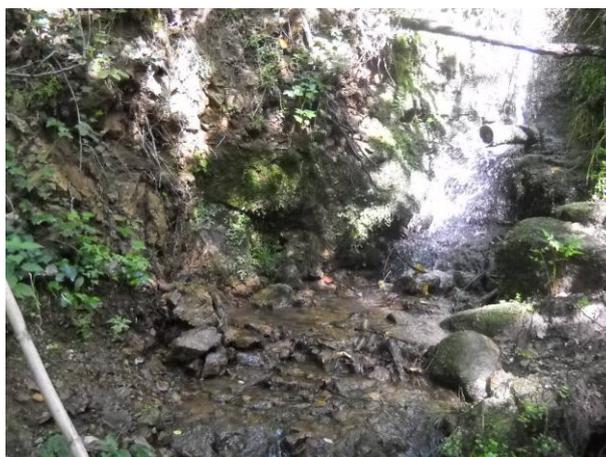
La roccia granitica, in base alle caratteristiche geolitologiche e geochemiche, presenta una permeabilità secondaria per fessurazione. La roccia é praticamente impermeabile alla scala del singolo campione, mentre permette l'infiltrazione e lo spostamento di acqua soltanto nei diversi sistemi di discontinuità che la attraversano (diaciasi, faglie, fessure da raffreddamento). Localmente, dove appare ridotta ad un sabbione pseudo coerente, si può instaurare anche una circolazione idrica per porosità. In ogni caso si tratta sempre di una permeabilità decrescente con la profondità. Infatti, a quote maggiori di 70 - 80 m le fessure orizzontali o suborizzontali tendono a

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

chiudersi per effetto della pressione geostatica, mentre permangono solo fessure verticali o subverticali dovute a faglie o al raffreddamento della massa magmatica. La permeabilità legata all'alterazione é presente fino a una profondità che normalmente non supera i 30 m. Inoltre, bisogna evidenziare che una roccia granitica permeabile per fessurazione tende a registrare una progressiva riduzione del grado di permeabilità man mano che si sviluppa il processo di argillificazione dei suoi stessi feldspati. Le argille di alterazione tendono progressivamente ad intasare le fessure, sino a limitare moltissimo la circolazione delle acque sotterranee all'interno della massa rocciosa.

Pertanto, alla luce di quanto descritto sopra, al contatto tra i depositi sedimentari molto permeabili ed il basamento granitico praticamente impermeabile, la dove le condizioni idrogeologiche sono favorevoli, localmente si può formare una falda acquifera di tipo freatico. Questa falda può localmente alimentare delle piccole sorgenti con portate costanti contenute entro 2 – 3 l/s, che generalmente sono localizzate nella parte medio - alta di questi piccoli bacini idrografici, nei punti in cui l'erosione torrentizia mette a giorno il piano di contatto fra cristallino e sedimentario. Queste sorgive sono spesso utilizzate per l'irrigazione o alimentano anche piccoli acquedotti rurali.

Per quanto riguarda il bacino idrografico utilizzato per il deposito, non sono state rinvenute al suo interno sorgenti degne di nota. Solamente nel bacino limitrofo, posto alla sinistra orografica di quello interessato dal deposito è presente, nella parte medio – alta del bacino, una sorgente le cui acque scorrono liberamente nel fosso descritto al capitolo precedente e vengono destinate esclusivamente ad uso irriguo.



Punto in cui sgorga la sorgiva

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Acqua di deflusso della sorgente poco prima del ponticello ferroviario

In corrispondenza dei punti in cui sono stati eseguiti le prove, fino alla profondità raggiunta di 14,2 m, non è stata rilevata la presenza di acqua nel sottosuolo.

### 5.1 Valutazione delle interferenze del progetto sulla sorgente perenne

Come accennato in precedenza le acque della sorgente non sono destinate al consumo umano ma a quello agricolo. La sorgente manca di una vera e propria opera di captazione e le acque scorrono liberamente sul talweg del bacino imbrifero; solo nella parte terminale dello stesso vengono utilizzate per l'irrigazione di piccoli appezzamenti di terreno coltivati ad ortaggi.

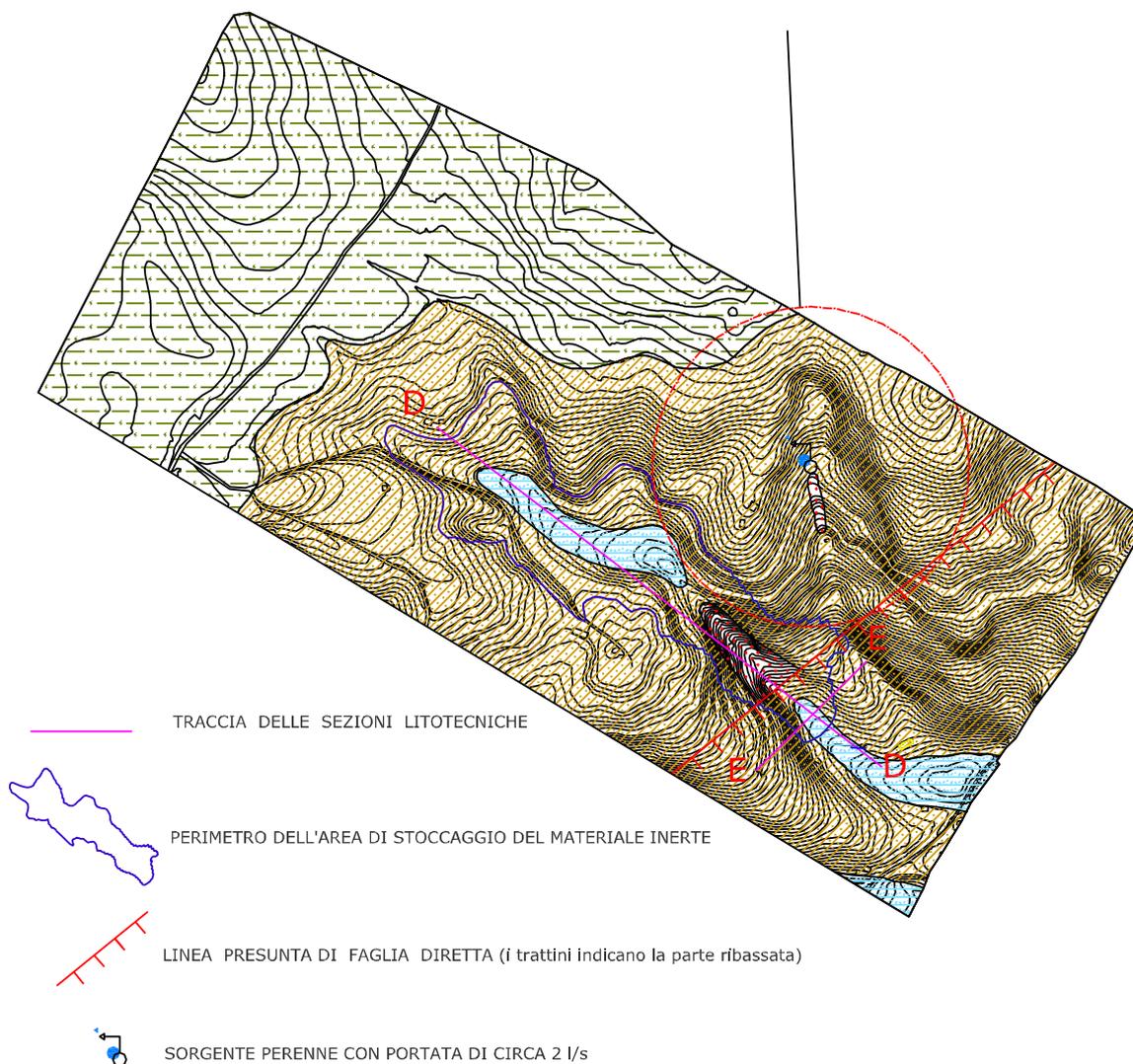
Volendo assimilare la sorgente come destinata al consumo umano si nota dalla cartografia riportata, che la *zona di rispetto* prevista dal D. Lgs. 152/06, art. 94, comma 6, ("200 metri di raggio, rispetto al punto di captazione o di derivazione"), interessa solo una ristretta fascia dell'area di stoccaggio, che rimane a quote topografiche inferiori a rispetto al punto cui è ubicata la sorgiva.

Inoltre, dall'esame cartografico e da quanto potuto accertare sul terreno, si può affermare che il bacino idrogeologico che alimenta la sorgente si trova completamente svincolato dall'area che sarà interessata dallo stoccaggio.

Per le motivazioni sopra riportate si ritiene che non vi siano interferenze tra la sorgente perenne ed il sito di stoccaggio CRA2 e, pertanto, non sono necessari interventi risolutivi di salvaguardia della stessa.

**CARTA GEOLITOLOGICA DELL'AREA DI INTERVENTO "CRA 2"**

Zona di rispetto per le derivazioni da corpi idrici superficiali  
("200 metri di raggio, rispetto al punto di captazione o di derivazione",  
comma 6 art. 94 D. Lgs. 152/06)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6. Inquadramento tettonico e sismicità del territorio

### ▪ INQUADRAMENTO TETTONICO – STRUTTURALE GENERALE

L'area calabrese viene considerata in letteratura (Ogniben,1973) come un asse di sollevamento isostatico e di corrugamento geosinclinalico.

L'assetto strutturale regionale è dovuto in parte al ciclo orogenetico ercinico e, soprattutto a quello alpino, con contatti tra i vari complessi strutturali solitamente di tipo tettonico. La fase orogenetica iniziata nel Pleistocene inferiore, denominata "fase neotettonica", ha determinato un forte e rapido sollevamento isostatico regionale. Per la Calabria meridionale le velocità di sollevamento variano da un minimo di 0,06 mm/anno ad 1,5 milioni di anni fa, fino a 1,5 mm/anno a 0,8 milioni di anni, con valori massimi registrati proprio nel massiccio dell'Aspromonte, (F. Ghisetti 1980). Tale sollevamento è stato quantificato in 1.200 metri nell'arco degli ultimi 800 mila anni. Esso ha coinvolto terreni di varia età, fratturando e disarticolando gli affioramenti rocciosi e producendo le profonde incisioni ove scorrono gli attuali corsi d'acqua.

L'area esaminata si colloca nella parte sud - orientale del pilastro tettonico (horst) Palmi – S. Elia che, a forma di sperone, scende gradualmente verso la valle del Fiume Petrace e si immerge repentinamente sotto le rocce terziarie e quaternarie della piana di Gioia Tauro.

Verso oriente tale pilastro tettonico risulta delimitato da una linea di faglia orientata dapprima in direzione NE – SW fino all'altezza dell'abitato di Melicuccà, dove prosegue poi verso N, orientandosi gradualmente in direzione N-S.

Si tratta di una faglia che, con meccanismo normale, ribassa repentinamente il basamento granitico paleozoico e delimita una parte del settore meridionale del graben della Piana di Gioia Tauro, riempito dai terreni del ciclo sedimentario pliocenico-quaternario.

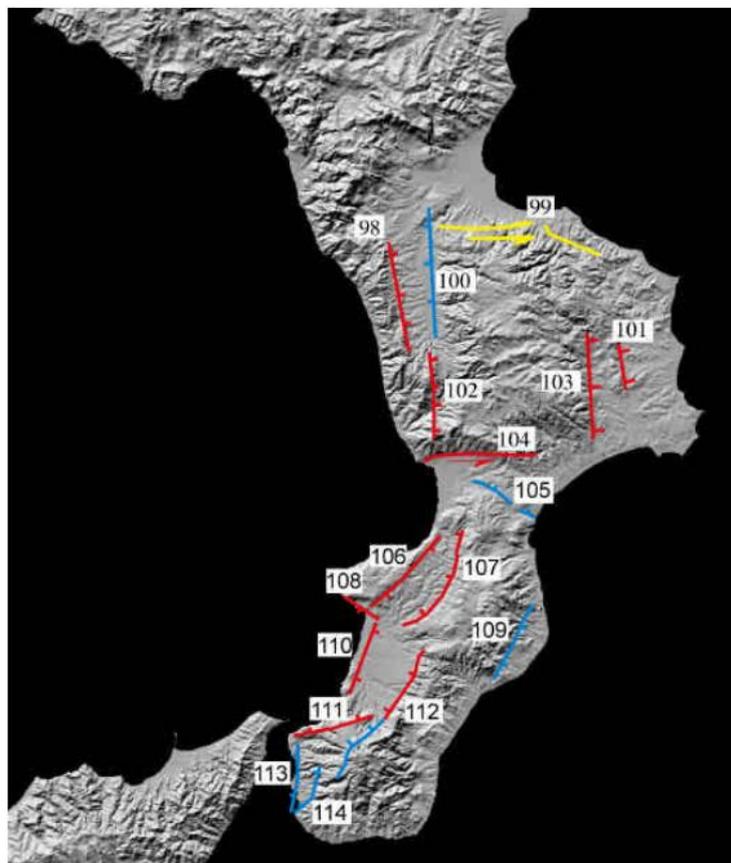
Questa faglia attraversa anche il bacino idrografico oggetto dell'intervento in progetto ed è stata posizionata in corrispondenza del gradino morfologico, già citato nei capitoli precedenti, presente a circa 80 m a monte del limite inferiore dell'area di stoccaggio.

La faglia è stata certamente attiva in epoca neotettonica, come dimostra la presenza dei depositi alluvionali pleistoceni  $q^{cl-s}$  sull'altopiano alle spalle del bacino idrografico, che sono stati innalzati fino alla quota di circa 600 m. Tuttavia non viene considerata come una *faglia attiva e capace*<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> F. Galadini, C. Meletti, E. Vittori: Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie – (2001)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

intendo con tale definizione una faglia che presenta segni evidenti di slittamenti avvenuti nel corso degli ultimi 10.000 anni: per cui in base alle conoscenze disponibili non si ritiene che sia capace di movimenti di intensità tale da generare un terremoto. Per tale motivazioni si ritiene che siano da escludere effetti di dislocazione locale che possano innescare fenomeni diretti di destabilizzazione della massa di materiale inerte stoccato nel bacino. In conclusione, in base alle conoscenze disponibili, si giudica che l'intervento in progetto sia compatibile con la presenza della citata linea di faglia.

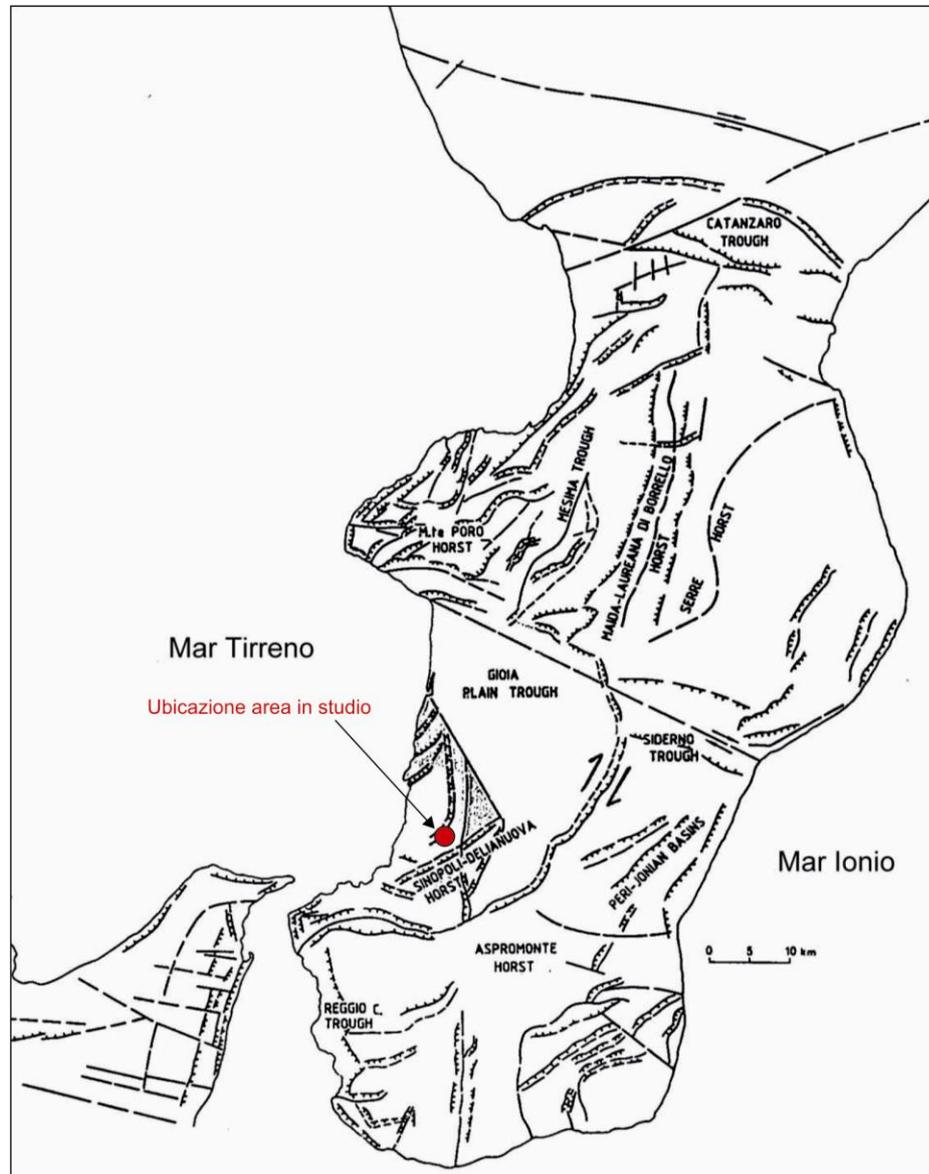


*Fig. 5 - Carta delle faglie attive della Calabria (elementi geologici di superficie).*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Tratte da: <sup>1</sup> F. Galadini, C. Meletti, E. Vittori, *op. cit.*



Zone neotettoniche della Calabria meridionale, (Guerricchio et. al. - 2008)

▪ **SISMICITA' LOCALE**

In virtù della complessa conformazione geo-tettonica regionale e dell'assetto tettonico - strutturale locale, l'area d'interesse si inserisce all'interno di un territorio caratterizzato da un'elevata sismicità e da un alto rischio sismico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'analisi della sismicità storica è stata effettuata mediante la consultazione del "Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, 461 a.C.-1990" (Boschi et al., 1997). Gli eventi risentiti nell'area in esame sono riportati nella tabella, in cui compaiono, per ogni evento, la data, il tempo di origine ridotto al Greenwich Mean Time (GMT), l'area epicentrale, l'intensità sismica all'epicentro ( $I_0$ ) e l'intensità sismica locale ( $I$ ).

Data	Ora (GMT)	Zona Epicentrale	$I_0$	$I$
11.01.1693	13 30 00	Sicilia orientale	11.0	6.0
05.02.1783	12 00 00	Calabria	11.0	11.0
16.11.1894	17 52 00	Calabria meridionale	9.0	7.5
08.09.1905	01 43 11	Calabria	10.0	7.5
23.10.1907	20 28 19	Calabria meridionale	8.5	8.0
28.12.1908	04 20 27	Calabria meridionale-Messina	11.0	8.0
28.06.1913	08 53 02	Calabria settentrionale	8.0	4.0
16.01.1975	00 09 45	Stretto di Messina	7.5	5.5
11.03.1978	19 20 44	Calabria meridionale	8.0	6.0
15.04.1978	23 33 47	Golfo di Patti	8.0	5.0

$I_0$  = intensità all'epicentro

$I$  = intensità locale

Ciò che emerge dalla lettura della tabella è che il territorio comunale di Melicuccà non è stato sede di epicentri dei più forti terremoti storici, ma sicuramente ne ha subito gli effetti.

Per quanto riguarda invece l'attività sismica più recente, da dati desunti dalla letteratura specializzata consultata, risulta che negli ultimi anni non sono stati registrati eventi sismici di rilievo riguardanti il comprensorio di Melicuccà.

Per la situazione strutturale e sismologica appena evidenziata, nella legislazione italiana, il territorio entro cui si colloca l'area d'intervento, viene classificato come *Zona 1*.

## 7. Inquadramento nella cartografia P.A.I.

Dal raffronto con la cartografia del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria), riguardante il territorio del Comune di Melicuccà (Tav. FRI 080-048 - Cartografazione e classificazione frane) è stato riscontrato che l'area interessata dall'intervento in progetto, non rientra nelle aree classificate a rischio di frana R3 o R4. Anche per quanto riguarda il rischio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

idraulico (Tav. IRI 080-048), l'area non è compresa tra quelle a rischio idraulico R3 o R4, o nella Zona di Attenzione (art. 24 delle norme di attuazione).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8. Assetto strutturale

La formazione sabbiosa pliocenica (Sabbie di colore biancastro – Ps1-2), che affiora ampiamente all'interno del bacino esaminato, è quella che sostanzialmente determina l'assetto strutturale e di riflesso ne condiziona anche l'assetto geostatico globale. Nell'area di riferimento non sono stati individuati affioramenti significativi che hanno consentito di determinare con esattezza l'assetto giaciturale della formazione. Tuttavia, stando a quanto riportato sulla cartografia geologica di riferimento, la stessa formazione in aree limitrofe mostra un assetto stratigrafico che tenderebbe ad immergere verso SE con angoli di inclinazione variabili fra 5 e 10°. Considerando valida la suddetta indicazione, tale assetto giaciturale in rapporto alla configurazione topografica del territorio considerato, determinerebbe una disposizione della stratificazione a franapoggio meno inclinata del pendio. Tale assetto potrebbe potenzialmente risultare sfavorevole al mantenimento dell'assetto geostatico. Tuttavia, si deve tenere presente che la formazione, a seguito del forte sollevamento neotettonico, è stata oggetto di intensa erosione che ha asportato un considerevole spessore di sedimenti sovrastanti rispetto all'attuale configurazione topografica. Tale situazione ha determinato, dal punto di vista geotecnico, una condizione di sovraconsolidazione naturale. Inoltre, dalle indagini eseguite è emerso che questi depositi sabbiosi sono caratterizzati da una consistenza addensata o molto addensata. Infine, bisogna evidenziare che in questo settore del territorio non si sono mai verificati dissesti franosi a grande scala, il cui innesco sia stato in qualche modo favorito dall'assetto giaciturale dei litotipi considerati. Le suddette considerazioni portano a ritenere che l'assetto strutturale della formazione sabbiosa, anche conseguentemente alla realizzazione dell'intervento in progetto, non rappresenti un fattore naturale predisponente l'innesco di movimenti franosi a grande scala.

## 9. Analisi dei risultati delle indagini geognostiche

Nell'area in cui dovrà essere realizzato il deposito CRA 2, era stato inizialmente programmato il seguente piano d'indagine:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo;
- n. 3 prove SPT in foro;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti;
- n. 1 prospezione sismica a onde P;
- n. 1 prospezione sismica Masw.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'esecuzione delle prove previste è stata limitata dalla morfologia a ripiani terrazzati, dalla mancanza di adeguate piste di accesso e dalla fitta vegetazione spontanea, arborea ed arbustiva, che caratterizzava l'area di indagine.

La macchina di perforazione (montata su autocarro a doppia trazione) dopo diversi tentativi non è riuscita con la viabilità esistente, ad accedere al luogo previsto per eseguire il sondaggio. Neanche il penetrometro semovente cingolato, a causa della presenza di terrazzamenti, è riuscito ad accedere nell'area di indagine prevista.

La prospezione sismica a onde P non è stato possibile eseguirla in quanto non vi era la possibilità di sviluppare in lunghezza lo stendimento necessario (120 m), mentre per lo stesso motivo anche la lunghezza dello stendimento Masw è stata limitata a 20 m.

Per accedere all'area di indagine bisognava realizzare delle piste ex novo e procedere al taglio della fitta vegetazione spontanea presente. Per una serie di difficoltà non è stato possibile eseguire i lavori necessari per garantire il pieno accesso all'area di indagine.

Per tali motivazioni le indagini sono state eseguite 45 m a valle del limite inferiore dell'area di stoccaggio, dove con difficoltà è stato possibile accedere con il penetrometro cingolato ed eseguire la prova Masw.

Pertanto, alla luce delle difficoltà sopra citate, sono state eseguite solo le seguenti indagini:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti;
- n. 1 prospezione sismica Masw.

Il suddetto piano d'indagine, pur essendo limitato rispetto a quello programmato, viene considerato sufficiente per la finalità dell'intervento in progetto, anche alla luce dei dati acquisiti con le indagini eseguite per il deposito CRA 1, il cui bacino è limitrofo a questo oggetto di studio. Inoltre, anche se i punti di indagine sono 45 m a valle del limite inferiore del bacino di stoccaggio, i risultati ottenuti possono essere ritenuti validi per le finalità del progetto, in quanto le unità litotecniche individuate sono le stesse e le caratteristiche geotecniche sono molto uniformi.

## 9.1 Prove penetrometriche dinamiche pesanti

Sono state eseguite 2 prove per complessivi 18,6 m di infissione delle aste. Le prove sono state siglate come n. 7 e n. 8, proseguendo la numerazione di quelle effettuate per l'area CRA1.

Durante le prove è stato rilevato il numero di colpi necessario a far avanzare di 20 cm ( $N_{20}$ ) le aste. L'istogramma di registrazione del numero di colpi  $N_{20}$ , mostra sia un andamento regolare che è tipico di terreni argillosi, sia un andamento irregolare a picchi contrapposti che evidenzia la presenza di terreni granulari incoerenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Dall'analisi dei risultati è stato possibile suddividere il sottosuolo in due strati principali.

<b>Strato n. 1: argilla sabbiosa</b>			
Prova	Spessore (m)	Nspt	Consistenza
n. 7	4.8	8.57	Dura
n. 8	1.8	5.23	Plastica

<b>Strato n. 2: sabbia limosa con piccoli ciottoli</b>			
Prova	Spessore (m)	Nspt	Consistenza
n. 7	9.4	27.43	Mediam. densa
n. 8	2.6	28.49	"

## 9.2 Prospezione sismica MASW

Le velocità delle onde S registrate si mantengono sotto i 180 m/sec fino ad una profondità di 3.6 metri, e possono essere associate alla coltre di copertura a prevalente granulometria fine di tipo argilloso. Sotto i 3,6 metri e fino ad una profondità di 14,3 metri, le velocità delle onde trasversali oscillano fra 219 m/sec e 271 m/sec, e possono essere associate a depositi sedimentari sabbiosi mediamente addensati. Da -14,3 metri e fino ad una profondità di 24,5 metri, si registrano velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) superiori ai 300 m/sec, indicative di un netto aumento dello stato di addensamento all'interno della formazione sedimentaria. Sotto i 24,5 metri di profondità, i valori di  $V_s$  superano i 500 m/sec, e sono riferibili a depositi sabbiosi ben addensati o leggermente cementati.

## 10. Modello geotecnico del sottosuolo

I dati acquisiti in questa fase di studio, integrati anche con le informazioni desunte dalle indagini eseguite per l'area CRA 1, hanno consentito di definire, con una sufficiente approssimazione, il modello geotecnico di progetto.

La ricostruzione è stata effettuata sulle sezioni topografiche chieste dai progettisti ed è riportata nell'elaborato *Profili e sezioni litotecniche*.

Il sottosuolo è stato suddiviso in *quattro unità litotecniche* principali sovrapposte.

### ▪ UNITÀ LITOTECNICA 1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### **Argilla sabbiosa a consistenza dura**

Questa unità litotecnica corrisponde grossomodo ai depositi di soliflusso e dilavamento descritti nell'inquadramento geologico dell'area di intervento. I litotipi che la formano rappresentano i prodotti della degradazione chimico - fisica delle rocce affioranti, che sono rimasti in posto oppure hanno subito un breve trasporto ad opera dalle acque di ruscellamento.

Risulta formata da litotipi in cui la componente pelitica è nettamente prevalente, anche se localmente può presentare una debole eterogeneità litologica data da un aumento dello scheletro sabbioso/limoso oppure dalla presenza di piccoli ciottoli spigolosi.

Sostanzialmente, quindi, è formata da argilla sabbiosa di colore marrone, con una bassa percentuale di materia organica.

I valori di N<sub>spt</sub> oscillano fra 5,23÷8,57 colpi, con spessori variabili da 1,8 fino a 4,8 m.

Dal punto di vista geotecnico deve essere considerata come argilla *normalconsolidata*, a consistenza variabile da plastica a dura, caratterizzata da una variazione delle proprietà geotecniche strettamente dipendenti dal contenuto naturale in acqua. I litotipi di questa unità litotecnica presentano pertanto una compressibilità media che determina cedimenti apprezzabili per carichi che incidono in modo rilevante sul terreno di fondazione.

### ▪ **UNITÀ LITOTECNICA 2**

#### **Sabbia limosa a consistenza mediamente densa**

I sedimenti di questa unità litotecnica presentano caratteristiche litologiche associabili a depositi di ambiente alluvionale, che derivano dall'erosione delle formazioni affioranti nella parte alta del bacino.

La composizione litologica prevalente è formata da sabbia limosa a granulometria medio – grossolana di colore grigio con sfumature rossastre, con piccoli ciottoli cristallini sub arrotondati di diametro variabile da 0,5 fino a 2 cm. Anche in questo caso bisogna segnalare una certa eterogeneità litologica, dovuta ad intercalazioni discontinue di sabbia grossolana ghiaiosa di spessore inferiore al metro.

I valori di N<sub>spt</sub> oscillano fra 27,43÷28,49 colpi, con uno spessore misurato di circa 9,4 m.

Ai fini geotecnici è costituita da materiali non cementati di natura prevalentemente sabbioso - limosa, a consistenza mediamente addensata, che mostrano in generale una risposta molto simile a quella dei terreni granulari, anche se in presenza di un contenuto apprezzabile della componente fine.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### ▪ UNITÀ LITOTECNICA 3

#### **Sabbia limosa a consistenza molto addensata**

I sedimenti di questa unità litotecnica presentano caratteristiche litologiche simili a quelle della formazione sabbiosa pliocenica, che affiora a tratti lungo i versanti della valle in cui sono state eseguite le indagini. Si evidenzia che la formazione si trova in condizioni di sovraconsolidazione naturale: infatti, le attuali aree di affioramento sono il frutto di una profonda erosione conseguente ai sollevamenti tettonici quaternari. In un simile contesto la tensione litostatica a cui è stata soggetta la formazione durante la storia geologica, risulta superiore a quella attuale.

La composizione litologica prevalente dei sedimenti è costituita da sabbia debolmente limosa di colore biancastro a granulometria medio – fine, con sottili intercalazioni di limo.

I valori di  $N_{spt}$  (misurati nelle indagini eseguite per l'area CRA 1) sono risultati quasi sempre superiori a 50 colpi, con frequente rifiuto alla penetrazione. Ciò potrebbe essere dovuto anche ad una leggera cementazione dei sedimenti, che è una caratteristica litologica riscontrabile nella formazione geologica di appartenenza.

I sedimenti, in considerazione dell'elevato grado di addensamento naturale, sono dotati di valori elevati di resistenza al taglio.

### ▪ UNITÀ LITOTECNICA 4

#### **Roccia granitica molto fratturata ed alterata**

I sedimenti appartenenti a questa unità litotecnica rappresentano il prodotto finale dei processi di degradazione chimico - fisica che hanno interessato il substrato granitico.

A vantaggio della sicurezza, sono stati considerati come una sabbia grossolana a consistenza addensata, in cui il contributo della coesione alla resistenza al taglio va considerato nullo. In ogni caso si deve tenere presente che dove la roccia affiora questi materiali sono stati facilmente disgregati dall'erosione dell'acqua, e quindi le caratteristiche geomeccaniche sono da ritenersi sicuramente superiori a quelle sopra descritte.

## **11. Valutazione dei parametri geotecnici**

### **11.1 Metodologia di elaborazione**

Sulla base dei dati ricavati dalle indagini eseguite (prove dinamiche pesanti – prove spt in foro per l'area CRA 1) è stato possibile determinare, con un buon grado di approssimazione, i valori dei  
Eurolink S.C.p.A.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

parametri geotecnici da attribuire alle unità litotecniche che costituiscono il modello geotecnico di progetto.

Le elaborazioni sono state effettuate con un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software s.a.s..

Per i parametri geotecnici delle unità litotecniche non rilevate nel corso della presente indagini, si è fatto riferimento ai valori acquisiti nel corso delle indagini per l'area CRA 1.

Il programma, partendo dal numero di colpi registrato, calcola i valori dei parametri geotecnici mediante le elaborazioni proposte dai seguenti autori:

- **Correlazioni terreni coerenti**

**Angolo di attrito in condizioni drenate:** Meyerhof (1956)

**Coesione non drenata:** U.S.D.M.S.M

**Coesione drenata:** U.S.D.M.S.M

**Peso unità di volume:** Meyerhof ed altri

**Peso unità di volume saturo:** Meyerhof ed altri

**Modulo di Poisson:** (A.G.I.)

**Modulo di deformazione a taglio dinamico:** Owaski Iwasaki

**Modulo di Young:** Apollonia

**Modulo Edometrico:** Stroud e Butler (1975)

- **Correlazioni terreni incoerenti**

**Angolo di resistenza al taglio:** Owaski Iwasaki

**Peso unità di volume:** Meyerhof ed altri

**Peso unità di volume saturo:** Terzaghi-Peck 1948-1964

**Modulo di Poisson:** (A.G.I.)

**Modulo di deformazione a taglio dinamico:** Owaski Iwasaki

**Modulo di Young:** Terzaghi

**Modulo Edometrico:** Menzenbach & Malcev

## 11.2 Valori dei parametri geotecnici da prove SCPT

Per le prove penetrometriche dinamiche continue (Nscpt), è stata utilizzata la seguente relazione:

$Nspt = Nscpt \times 1.489$ , (fattore di conversione normalmente usato in terreni simili a quelli in esame).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA	<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0

### CONDIZIONI DRENATE

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1]	4,8	8,57	Coesivo Incoerente	1,92	---	22,45	0,22	39,32	85,70	0,34	489,68
[2]	14,2	27,43	Incoerente	2,11	2,50	27,84	--	160,34	324,37	0,3	1461,66

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1]	1,8	5,23	Coesivo Incoerente	1,77	1,88	21,49	0,12	24,00	52,30	0,34	307,83
[2]	4,4	28,49	Incoerente	2,12	2,50	28,14	--	165,07	336,88	0,3	1514,69

### CONDIZIONI NON DRENATE

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1]	4,8	8,57	Coesivo	1,92	---	--	0,34	39,32	85,70	0,34	489,68
[2]	14,2	27,43	Incoerente	2,11	2,50	27,84	--	160,34	324,37	0,3	1461,66

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1]	1,8	5,23	Coesivo	1,77	1,88	--	0,21	24,00	52,30	0,34	307,83
[2]	4,4	28,49	Incoerente	2,12	2,50	28,14	--	165,07	336,88	0,3	1514,69

## 12. Classificazione sismica del sottosuolo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per la definizione dell'azione sismica di progetto<sup>2</sup>, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione sismica dei terreni secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008. La classificazione riguarda *i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni ed un substrato rigido di riferimento (bedrock)*, ossia quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.

Per il progetto in esame la classificazione del substrato di fondazione è stata effettuata mediante una prova eseguita con la metodologia MASW, che analizza la dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh.

<i>Profondità dal p.c. al centro dello stendimento (metri)</i>	<i>Velocità delle onde S (m/sec)</i>
-0.951	170.242
-2.139	159.968
-3.624	167.047
-5.481	219.224
-7.802	247.602
-10.703	248.849
-14.33	271.603
-18.863	319.144
-24.53	359.881
-30.662	519.485

**$V_{S30} = 285$  m/sec (media pesata sugli spessori fino a 30 metri)**

#### **Categoria Sottosuolo di fondazione : C**

Categoria Topografica: **T1**;

Coordinate Geografiche (Gradi sessagesimali/centesimali): **N 38,27932° - E O 15,85340°**.

Anche se la lunghezza dello stendimento è stata limitata a 20 m (per le difficoltà di accesso all'area di indagine), in base alle frequenze minime acquisite nel campo delle velocità di fase delle onde di Rayleigh, è stato possibile raggiungere una profondità di poco superiore ai 30 metri. Quindi il dato delle  $V_{S30}$  è stato considerato attendibile.

Per ulteriori dati riguardanti la risposta sismica del sottosuolo interessato dal progetto si rimanda alla relazione tecnica conclusiva dell'indagine sismica eseguita.

<sup>2</sup> Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
CRA2 – RELAZIONE GEOLOGICA		<i>Codice documento</i> CG1400PRXDCCZC4SD19000002F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 13. Considerazioni conclusive

Le indicazioni geologico – tecniche emerse dalle indagini eseguite hanno permesso di definire il seguente quadro conoscitivo:

- l'assetto geolitologico del bacino che sarà interessato dall'intervento in progetto è costituito da rocce sedimentarie plioceniche di natura prevalentemente sabbiosa che poggiano in discordanza stratigrafica su un substrato granitico paleozoico molto fratturato ed alterato;
- l'assetto geomorfologico risulta sufficientemente stabile e non sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in atto che limitano la fattibilità dell'intervento in progetto;
- la circolazione idrica superficiale risulta molto limitata sia per la ridotta estensione della superficie imbriferia sia per l'elevata permeabilità dei litotipi affioranti nel bacino;
- l'assetto idrogeologico locale non comporta la presenza di falde idriche o sorgenti che determinano condizioni penalizzanti per la realizzazione dell'intervento;
- le indagini geognostiche eseguite in corrispondenza del limite inferiore dell'area di stoccaggio, dove i carichi di progetto saranno più rilevanti, hanno accertato la presenza di sedimenti composti da argilla sabbiosa a consistenza variabile da plastica a dura (i valori di  $N_{spt}$  oscillano fra 5,23÷8,57 colpi), che a partire dal piano campagna raggiungono spessori variabili da 1,8 fino a 4,8 m. La presenza di questi sedimenti nel volume di terreno significativo interessato dai carichi di progetto, impone la valutazione dei cedimenti e la loro influenza sulla stabilità del piano di posa del materiale inerte accumulato.

In base alle considerazioni emerse dall'indagine effettuata, si esprime parere favorevole per la fattibilità geologico - tecnica degli interventi previsti in progetto, fermo restando, così come indicato dal D.M. 11.03.88, sez. B2, ultimo comma, la necessaria verifica delle conoscenze fin qui acquisite, anche con i dati che emergeranno durante la fase esecutiva.

Varapodio, li Settembre 2010.

Il geologo  
dott. Francesco Surace