



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>IL PROGETTISTA Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	--

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SF0310_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	LINEA FERROVIARIA DA OPERA DI ATTRAVERSAMENTO A STAZIONE DI ME	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	OPERE COMPLEMENTARI – POZZO DI ALIMENTAZIONE E ANTINCENDIO	
<i>Titolo del documento</i>	MURI DI CONTENIMENTO - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	S	F	C	L	2	O	C	0	0	0	0	0	0	0	4	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

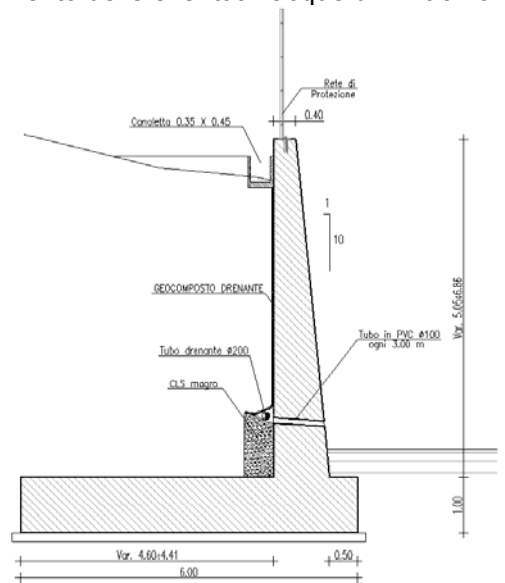
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	DAM S.p.A.	G. SCIUTO	F. COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

INDICE

INDICE.....		3
PREMESSA.....		4
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO.....		4
1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO.....		6
1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....		6
1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....		7
1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ.....		14
2 FASI COSTRUTTIVE.....		20
3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA ED IN ESERCIZIO.....		20
3.1 MISURE TOPOGRAFICHE.....		21
3.1.1 Modalità d’installazione.....		21
3.1.2 Sistema di acquisizione dati.....		21
3.1.3 Frequenza dei rilevamenti.....		22
4 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....		22

A tergo delle opere di controripa è previsto il posizionamento di materiale drenante e di un tubo di drenaggio $\Phi 200$ per lo smaltimento delle eventuali acque di infiltrazioni.



Sezione tipo con drenaggio

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente materiali identificati come sedimenti fluviali e costieri, presenti per i primi 10.00 m circa, al di sotto della quale è presente la formazione dei trubi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le opere di sostegno si trovano collocate lungo il perimetro del piazzale necessario per la realizzazione del pozzo di alimentazione ed antincendio.

I muri oggetto delle verifiche eseguite hanno le seguenti geometrie di calcolo:

Tipologia muro	Lunghezza fondazione	Spessore fondazione	Altezza elevazione	Pendenza paramento	Spessore testa elevazione	Peso elevazione	Peso fondazione	Lunghezza concio
	[m]	[m]	[m]	-	[m]	[kN]	[kN]	[m]
Muro di controripa – Concio 1	6.00	1.00	5.05 ÷ 6.86	1/10	0.40	2287	3269	21.79
Muro di controripa – Concio 2	5.00	1.00	3.60 ÷ 5.41	1/10	0.40	1556	2724	21.79
Muro di controripa – Concio 3	6.00	1.00	6.86	1/10	0.40	1550	1820	12.13
Muro di sostegno – Concio 4	3.00	0.60	2.70	1/10	0.30	250	385	8.55
Muro di sostegno – Concio 5	3.00	0.60	1.85	1/10	0.30	120	296	6.59
Muro di sostegno – Concio 6	3.00	0.60	2.70	1/10	0.30	183	281	6.24
Muro di sostegno – Concio 7	4.00	0.60	3.60	1/10	0.30	216	300	5.00
Muro di sostegno – Concio 8	3.00	0.50	2.70 ÷ 3.09	1/10	0.30	410	477	12.72
Muro di sostegno – Concio 9	3.00	0.50	2.07 ÷ 2.45	1/10	0.30	299	477	12.72
Muro di sostegno – Concio 10	3.00	0.50	1.47 ÷ 1.86	1/10	0.30	204	477	12.72

1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Per le informazioni riguardanti gli studi geologici-geomorfologici, dai quali è stata definita la caratterizzazione geotecnica e geologica, si rimanda agli elaborati relativi alla geologia ed alla geotecnica presenti negli studi di base (Componente di progetto 36 per la Sicilia).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione dei terreni sui quali insistono queste opere, ci si è basati sui dati desunti dalle numerose campagne di indagine che si sono susseguite negli anni, nonché sulle prove di laboratorio che hanno consentito la stima dei parametri geotecnici che caratterizzano le varie litologie.

In primo luogo si riporta uno stralcio del profilo geologico della zona di interesse.

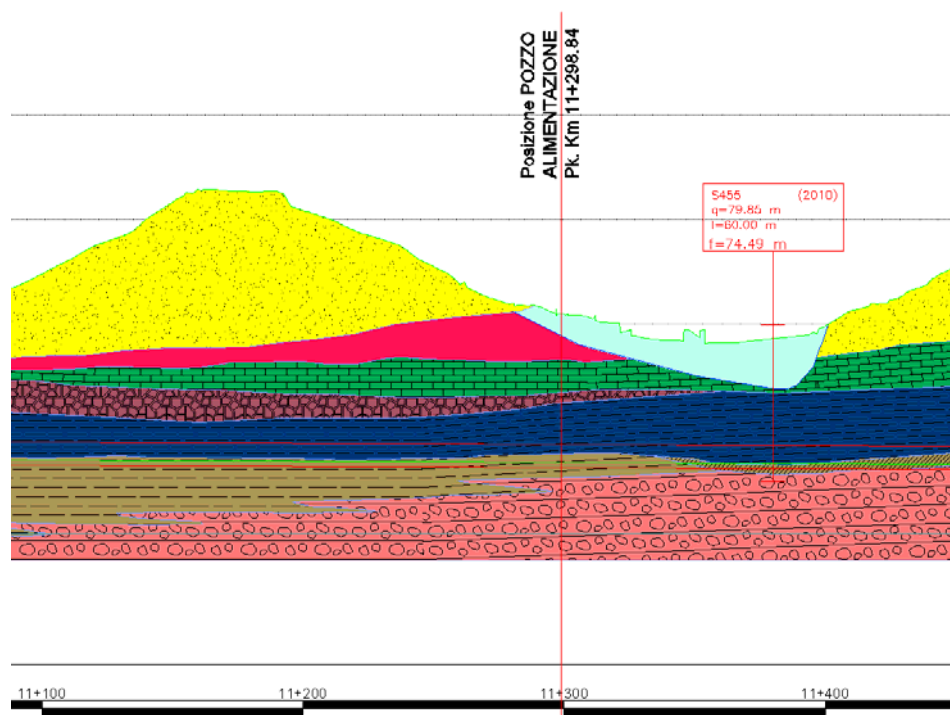


Figura 1 - profilo geologico – binario dispari

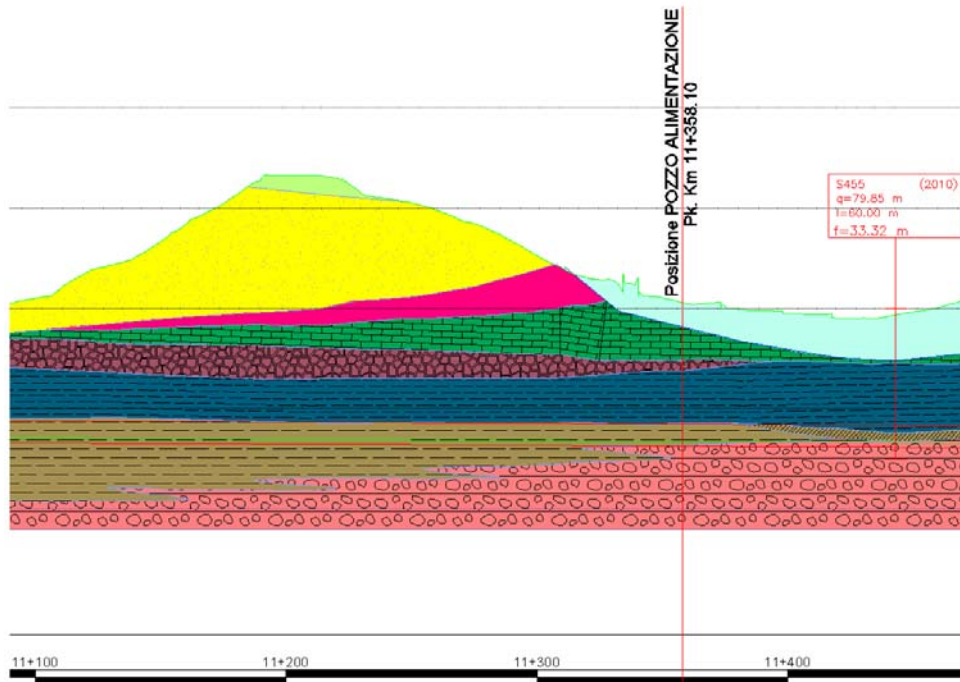


Figura 2 - profilo geologico – binario pari

LEGENDA GEOLOGICA












	DEPOSITO ANTROPICO: Discariche per rifiuti solidi urbani, inerti, materiali di riporto; cave di prestito.
	DEPOSITO DI VERSANTE E OLTRE ELUVIO-COLLUVIALE: Deposito incoerente, massivo, costituito da materiale spigoloso poligenico ed eterometrico in matrice argillosa o metaclastica, coltri detritiche e terre rosse (a), localmente a grossi blocchi (b).
	DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI, DEPOSITI DI PIANA LITORALE: Limi, sabbie e ghiaie costituenti gli alvei attuali. Limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a clasti metamorfici prevalenti, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, e con locali lenti di limitorbosi, talora terrazzati, distribuiti lungo i corsi d'acqua, nelle ampie valli e nelle pianure costiere.
	DEPOSITI MARINI TERRAZZATI: Sabbie giallo ocra talora ghiaiose, ghiaie eterometriche per lo più cristalline a ciottoli arrotondati ed appiattiti, in matrice sabbiosa, a stratificazione poco evidente. Spessore fino a circa 10 m. PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE
	GHIAIE E SABBIE DI MESSINA: Sabbie e ghiaie grigio-giallastre o rossastre, a prevalenti clasti cristallini di 2-30 cm di diametro, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriati, matrice sostenuti, con livelli e lembi di sabbie fini e silt quarzosi; localmente conglomerati calciclastici ricchi in macrofossili, a cemento calcitico, in strati da 30 cm a 1 m (a). A luoghi lenti discontinue di conglomerati grigiastri cementati (b). PLEISTOCENE MEDIO
	CALCARENITI DI S. CORFADO: Calcareniti organogene giallo-bruno a stratificazione incrociata o parallela con sottili livelli sabbioso-siltosi. Alla base è presente un livello di breccia a grossi blocchi di Trubi, spesso fino a 20 m. PLEISTOCENE MEDIO
	TRUBI: Marne e calcari marnosi colore bianco crema con lenti sabbiose. Alla base locali livelli conglomeratici a clasti metamorfici in matrice sabbiosa. PLIOCENE INFERIORE
	ARENAZZOLO: Conglomerato poligenico ed eterogranulare, cui si associano limi sabbiosi e sabbie grossolane. MESSINIANO SUPERIORE-PLIOCENE INFERIORE?
	CALCARE EVAPORITICO BRECCIATO: Calcarea microcristallino biancastro, brecciato e vacuolare a struttura massiva, talora con intercalazioni di laminati carbonatiche. MESSINIANO SUPERIORE
	GESSI E ARGILLE GESSOSE: Gessi meso- e macro-cristallini in lenti discontinue, solitamente sovrapposti ad argille bruno-grigiastre cui si intercalano lenti decimetriche di gesso geminato in grossi cristalli. Alla base localmente è presente un livello di calcare bianco friabile, spesso 1,5 m. MESSINIANO SUPERIORE
	FORMAZIONE DI S. PER NICETO: Marne argilloso-siltose grigie con sottili intercalazioni di arenarie fini arenose, argille sabbioso-siltose e peliti grigio-brune con livelli di sabbie o microconglomerati giallastri; alternanza di arenarie medio-grossolane, in banchi spessi fino a 3 m, di silt-argillosi e argille marnose (a). In sottosuolo, localmente, sono presenti alternanze di spessore fino a 2 m di argille torbose nerastre e livelli carboniosi di ligniti (b). Conglomerati eterometrici a prevalenti clasti metamorfici di medio/alto grado, e minori calcari o quarzareniti in matrice sabbioso-limoso brunastra (c). MIOCENEMEDIO-SUPERIORE
	METAMORFITI DELL'UNITÀ DELL'ASPROMONTE Paragneiss passanti a micascisti a grana medio-grossa, tessitura scistosa e struttura porfiroblastica, cui si associano corpi di gneiss occhiadini, lenti metriche di anfiboliti, banchi di marmi, e rari filoni plutonici acidi, discordanti. Gneiss occhiadini a grana medio-grossa, tessitura orientata, con porfiroblasti centimetrici di K-feldspato in una matrice a biotite, quarzo e feldspati, cui si associano corpi di metagranitoidi a due miche a grana media e medio-fine, e filoni pegmatitico-aplitici concordanti. PRE-CARBONIFERO - PERMIANO

Figura 3 – Legenda geologica



Figura 4 – Stralcio planimetrico sondaggio

Dal profilo sopra riportato emerge come gli strati superficiali della zona di interesse è caratterizzata da materiali identificati come *sedimenti fluviali e costieri*, aventi una potenza dell'ordine di circa 10-15m. Oltre a questa litologia emerge subito al di sotto dello strato la presenza di *trubi*.

Oltre al profilo geologico è stato considerato anche la colonna di sondaggio eseguita nell'intorno di questo tratto (S455), che confermano la presenza degli strati sopra citati (Depositi alluvionali recenti e attuali, Depositi di piana Litorale: Limi, sabbie e ghiaie costituenti gli alvei attuali. Limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a clasti metamorfici prevalenti, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10m, e con locali lenti di limi torbosi, talora terrazzati, distribuiti lungo i corsi d'acqua nelle ampie valli e nelle pianure costiere).

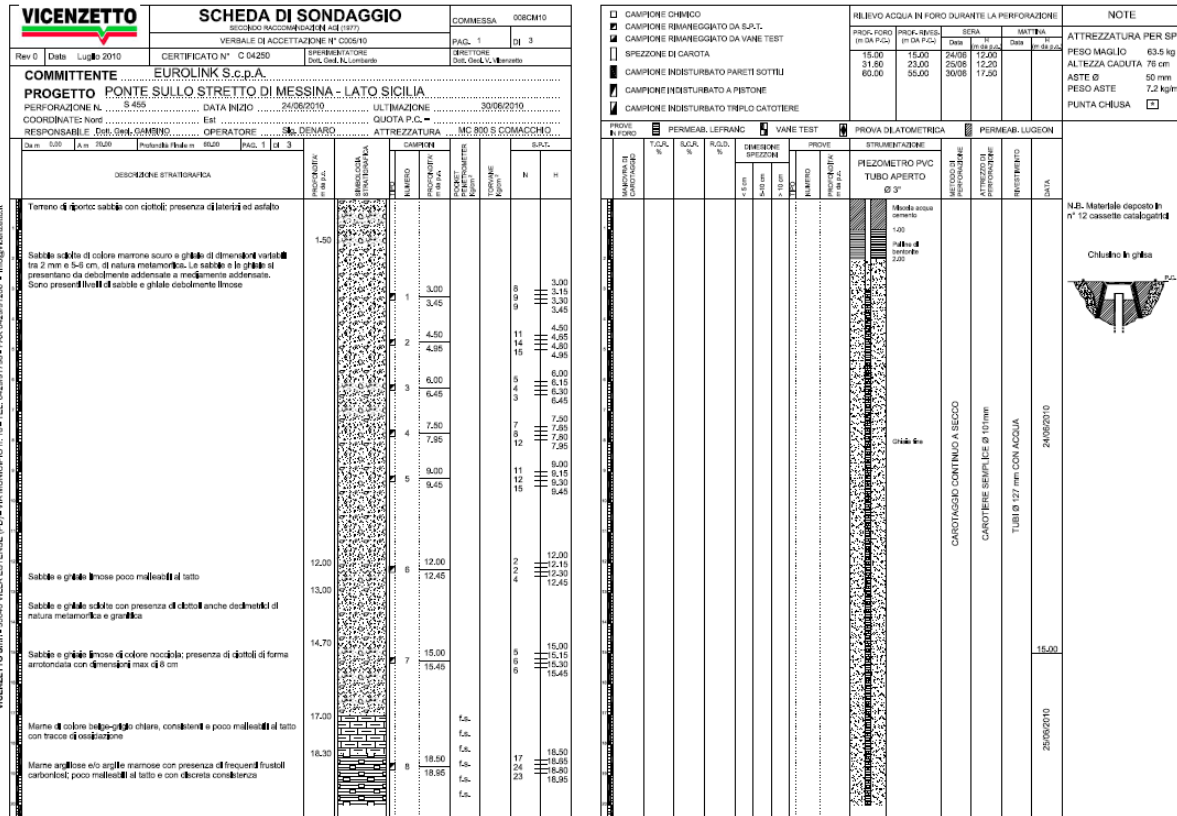


Figura 5 – S455 – 1/3

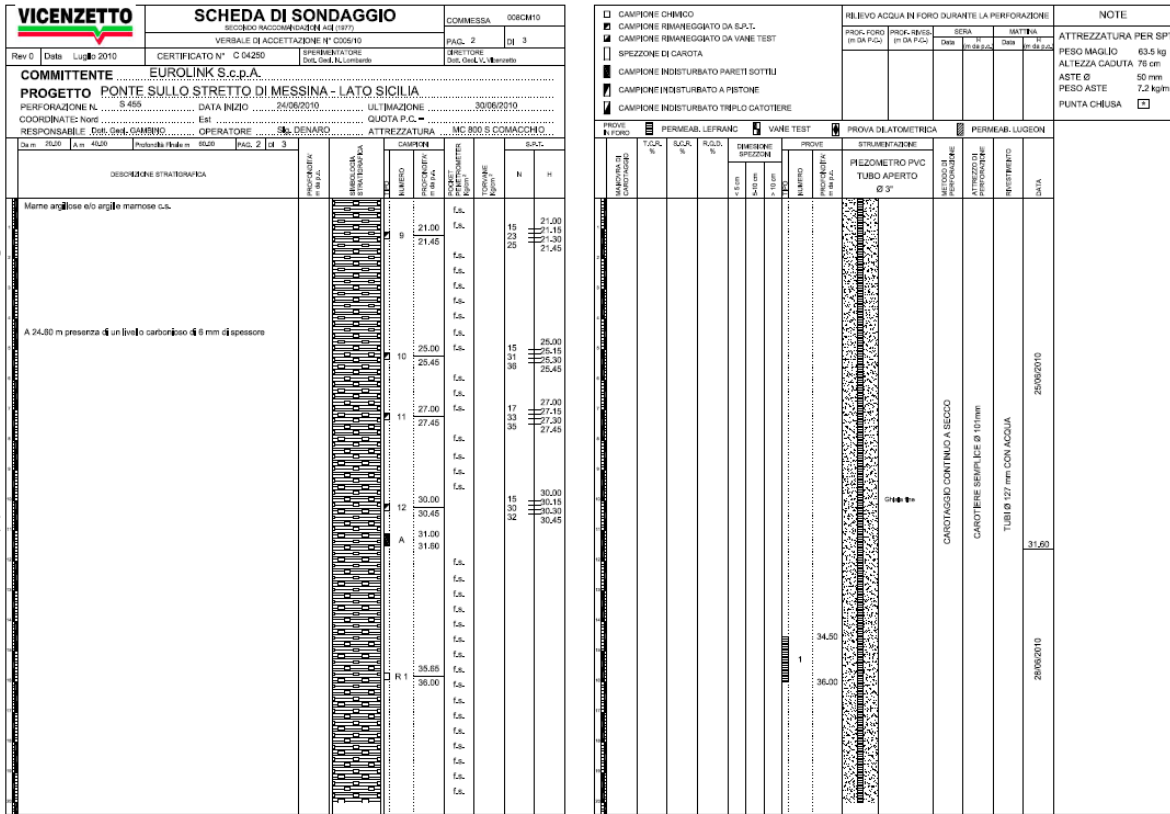


Figura 6 – S455 – 2/3

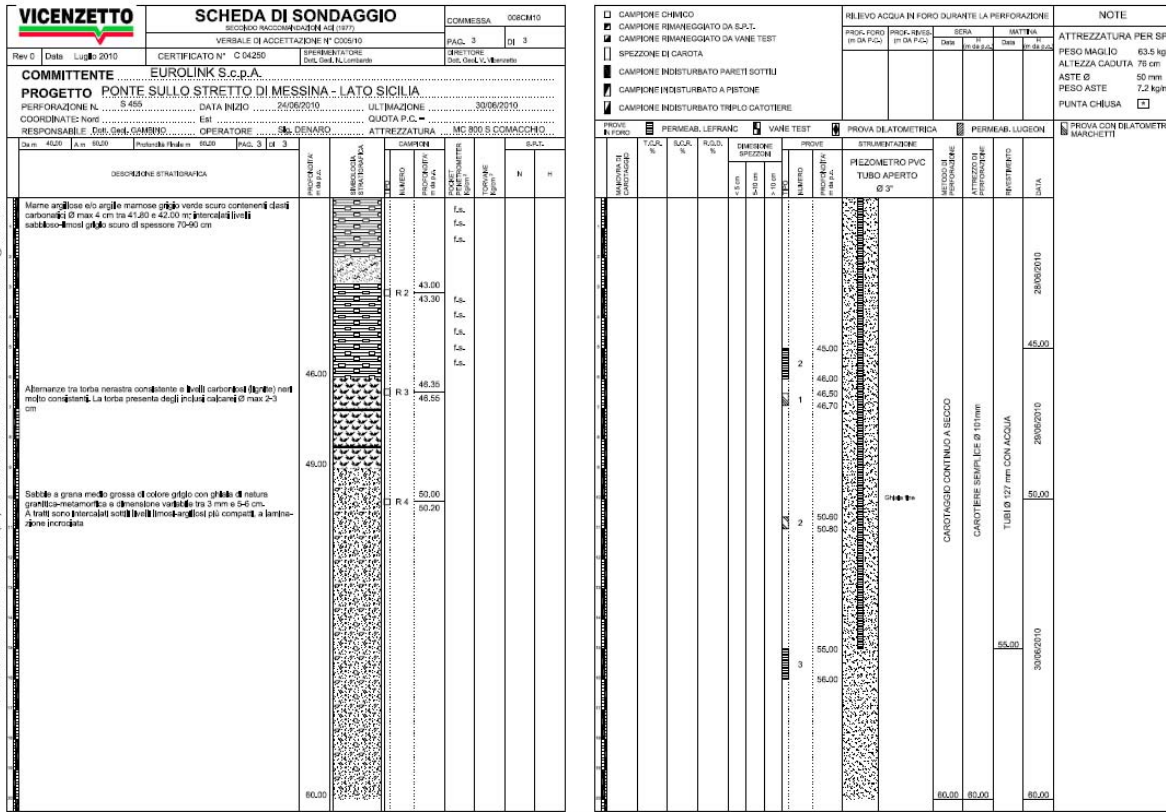


Figura 7 – S455 – 3/3

Le caratteristiche geotecniche degli strati di interesse sono riassunte nella seguente tabella.

	γ kN/m ³	c' MPa	ϕ' °	E' MPa	ν' --	k m/s
Sedimenti fluviali e costieri	18-19	0	37-39	$9z^{0.8} E_{min}$ per $z=5$ m	0.2 - 0.3	$10^{-4} - 10^{-6}$
Trubi	19-21	0.08	31	110-140	0.2 - 0.3	-

Per le caratteristiche dei terreni sopra riportati, secondo il DM 14/01/2008 essi possono essere classificati in via cautelativa secondo la categoria di sottosuolo C, come confermato dalla relazione sismica generale (CG0800PRGDSSBC8G00000001B) della quale si riporta di seguito un estratto:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

<i>Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN "S.Agata"</i>	SPPS09	49	C
	S410	48	C
	S445	25	C
	S445bis	42	C
<i>Ferrovia Da 5+1 a 5+6 km</i>	S448	39	C
	S425	33	C
<i>Ferrovia Da 5+6 a 17+3 km - GN "S.Cecilia"</i>	S449	39	C
	S450	76	B
	S451bis	71	B
	S462	37	C
	S464bis	61	B
	S458	23	C

Figura 8 – estratto dalla relazione sismica generale

Per quanto concerne la presenza della falda essa può essere desunto dal piezometro installato nel sondaggio S455 ove è indicata a circa -13.20 m dal piano campagna e pertanto trascurabile viste le profondità di scavo del piazzale.

1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

Coefficiente di spinta sismica del terreno

Le verifiche di sicurezza in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento a quanto indicato nella Normativa Italiana riportata nel DM 14 gennaio 2008 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) e successive modificazioni.

Nel seguito si fa riferimento al documento “Allegato A alle Norme Tecniche per le Costruzioni: Pericolosità Sismica”. In base a tale documento, l’azione sismica sulle strutture è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base” in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La “pericolosità sismica di base”, costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1 (della precedente Normativa), nel periodo di riferimento V_R (definito al § 2.4 del NTC).

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;

T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici, che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- i termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi del “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 Km);
- per diverse probabilità di superamento e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L’azione sismica così individuata viene successivamente variata per tenere conto delle modifiche prodotte da condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Nel seguito si riportano i valori e gli spettri di risposta considerati per il sito in oggetto che viene identificato secondo le seguenti coordinate ISTAT:

LONGITUDINE: 15.5462

LATITUDINE: 38.206

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune
 REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo


Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	45
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	75
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

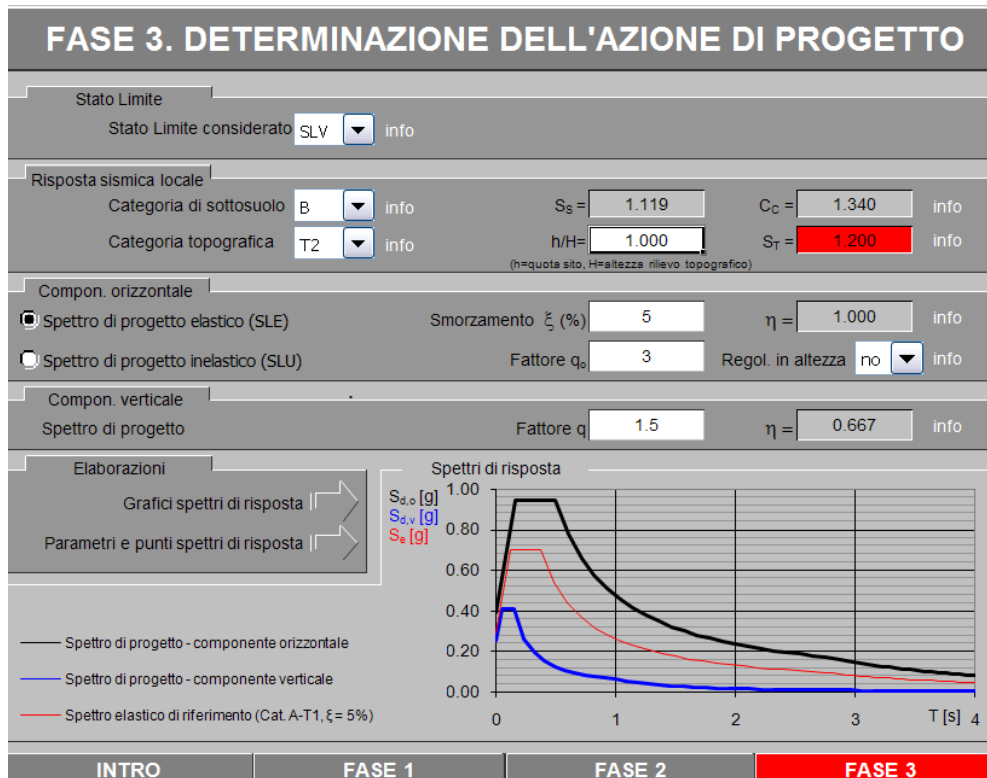
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Per quanto riguarda i muri di contenimento e di controripa, trattandosi di opere di sostegno, aventi localmente altezze superiori a 5 m, si è fatto riferimento alle Istruzioni RFI n. 44 G, da cui, essendo le opere insistenti su infrastrutture ferroviarie nuove (non AV), ma non strategiche si ha:

- Vita nominale (V_N)= 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione (C_U)= 1 (Classe d'uso: II)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 75 anni.

Si è inoltre fatto riferimento ad una categoria topografica T2 essendo le opere ubicate su pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$, così come previsto al §3.2.2 del D.M. 14/01/2008 in tabella 3.2.IV.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nel seguito si riportano i tabulati relativi ai parametri fondamentali allo SLV e SLD.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.289 g
F_o	2.429
T_c^*	0.373 s
S_g	1.119
C_g	1.340
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.343
η	1.000
T_B	0.166 s
T_C	0.499 s
T_D	2.756 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_g \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.388
$T_B \leftarrow$	0.166	0.943
$T_C \leftarrow$	0.499	0.943
	0.607	0.776
	0.714	0.659
	0.822	0.573
	0.929	0.507
	1.037	0.454
	1.144	0.411
	1.252	0.376
	1.359	0.346
	1.466	0.321
	1.574	0.299
	1.681	0.280
	1.789	0.263
	1.896	0.248
	2.004	0.235
	2.111	0.223
	2.219	0.212
	2.326	0.202
	2.434	0.193
	2.541	0.185
	2.648	0.178
$T_D \leftarrow$	2.756	0.171
	2.815	0.164
	2.874	0.157
	2.934	0.151
	2.993	0.145
	3.052	0.139
	3.111	0.134
	3.171	0.129
	3.230	0.124
	3.289	0.120
	3.348	0.116
	3.408	0.112
	3.467	0.108
	3.526	0.104
	3.585	0.101
	3.645	0.098
	3.704	0.095
	3.763	0.092
	3.822	0.089
	3.882	0.086
	3.941	0.084
	4.000	0.081

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.100 g
F_o	2.313
T_c	0.313 s
S_g	1.200
C_c	1.387
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.145 s
T_C	0.435 s
T_D	1.999 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con η/q , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.144
T_B	0.145	0.332
T_C	0.435	0.332
	0.509	0.284
	0.584	0.247
	0.658	0.219
	0.733	0.197
	0.807	0.179
	0.882	0.164
	0.956	0.151
	1.031	0.140
	1.105	0.131
	1.180	0.122
	1.254	0.115
	1.329	0.109
	1.403	0.103
	1.477	0.098
	1.552	0.093
	1.626	0.089
	1.701	0.085
	1.775	0.081
	1.850	0.078
	1.924	0.075
T_D	1.999	0.072
	2.094	0.066
	2.189	0.060
	2.285	0.055
	2.380	0.051
	2.475	0.047
	2.571	0.044
	2.666	0.041
	2.761	0.038
	2.856	0.035
	2.952	0.033
	3.047	0.031
	3.142	0.029
	3.238	0.028
	3.333	0.026
	3.428	0.025
	3.524	0.023
	3.619	0.022
	3.714	0.021
	3.809	0.020
	3.905	0.019
	4.000	0.018

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito vengono brevemente descritte le fasi esecutive per la realizzazione dell'opera in oggetto:

MURI DI SOSTEGNO GETTATI IN OPERA

- sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione;
- getto in c.a. della fondazione con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
- getto in c.a. dell'elevazione;
- posizionamento dei drenaggi;
- riempimento orizzontale a tergo del muro.

3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO

Il presente documento fornisce indicazioni relative al piano di monitoraggio da applicare per l'esecuzione dei muri.

Tale programma viene predisposto al fine di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, di verificare l'idoneità degli interventi e delle modalità esecutive previste in progetto e di controllare che i valori di spostamento delle strutture siano compatibili con la funzionalità statica delle opere e congruenti con quelli stimati in progetto.

E' stato pertanto definito un sistema di monitoraggio costituito da:

- controlli topografici di **mire ottiche** installate sulle opere di sostegno e sulle berme degli sbancamenti, mediante chiodi in acciaio oppure supporti tassellati per mire removibili, ubicati in corrispondenza delle berme di scavo, in testa al muro e su due/tre/quattro ordini dell'opera di sostegno, in funzione dell'altezza. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del muro, in testa e sulle sezioni ad altezze intermedie, nelle tre direzioni dello spazio.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

3.1 MISURE TOPOGRAFICHE

L'opera di sostegno e gli sbancamenti dovranno essere strumentati attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento.

3.1.1 Modalità d'installazione

L'installazione dei chiodi di misura topografica dovrà essere realizzata secondo la seguente procedura:

1. Tracciamento topografico delle posizioni di installazione;
2. Realizzazione del foro di alloggiamento del chiodo di diametro adeguato;
3. Infissione e sigillatura del chiodo nel foro precedentemente realizzato.

Alternativamente, il chiodo potrà essere annegato direttamente nel getto della struttura da monitorare.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). Il caposaldo di riferimento dovrà essere in posizione tale per cui eventuali cedimenti siano minimi e controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

3.1.2 Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti sia del pendio riprofilato (berma), sia del muro, in testa e sulle sezioni ad altezza intermedia, nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali del muro, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti in coordinate assolute.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. È richiesta la precisione seguente:

- teodolite: lettura angolare non superiore a 2 secondi centesimali;
- distanziometro elettronico: $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
POZZO ALIMENTAZIONE – MURO DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0310_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3.1.3 Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti:

Muro:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

Berme:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

Completati gli scavi, il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per la prima settimana dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.

Eventuali ulteriori letture potranno essere previste, in funzione degli spostamenti registrati durante le letture precedenti. Al termine dell'opera potranno essere previste ulteriori letture a cadenza trimestrale finché possano essere ritenuti nulli gli spostamenti registrati.

Le cadenze sopra elencate dovranno essere il più possibile coincidenti con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste.

4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

COLLEGAMENTI SICILIA														
46 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI														
46 Linea ferroviaria da Opera di Attraversamento a stazione di Messina														
46 Opere complementari - Pozzo di alimentazione e antincendio														
46	Relazione descrittiva		CG0700	P	RG	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Planimetria, pianta, prospetti e particolari costruttivi	Varie	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	07
46	Planimetria idraulica e particolari costruttivi	Varie	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	08
46	Sezioni trasversali	1:100	CG0700	P	WA	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Muro di contenimento - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche		CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Muri di contenimento - Relazione tecnico descrittiva		CG0700	P	RG	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	04
46	Muri di contenimento - Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera		CG0700	P	SH	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Fabbricato tecnologico - Relazione di pre-dimensionamento delle strutture		CG0700	P	RX	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Fabbricato tecnologico - Allegato alla relazione di pre-dimensionamento delle strutture		CG0700	P	RX	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	02
46	Fabbricato tecnologico - Pianta piano terra e di copertura con abaci finiture e particolari	Varie	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Fabbricato tecnologico - Prospetti e sezioni	Varie	CG0700	P	PZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	09
46	Fabbricato tecnologico - Carpenteria: pianta fondazioni, sezioni e particolari	Varie	CG0700	P	BZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	01
46	Fabbricato tecnologico - Carpenteria: pianta copertura e particolari	Varie	CG0700	P	BZ	D	S	FC	L2	OC	00	00	00	02