

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 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	SF0286_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>	TRATTO ALL'APERTO - BIVIO GAZZI	
<i>Titolo del documento</i>	MURI A U E DI CONTENIMENTO - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	

CODICE	<table border="1"> <tr> <td>C</td><td>G</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td> <td>P</td><td>R</td><td>G</td><td>D</td><td>S</td><td>F</td><td>C</td><td>L</td><td>2</td><td>T</td><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>F0</td> </tr> </table>	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	S	F	C	L	2	T	A	0	0	0	0	0	0	3	F0
C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	S	F	C	L	2	T	A	0	0	0	0	0	0	3	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		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0286_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.....	4
1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	8
1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	8
1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ.....	13
2 FASI COSTRUTTIVE.....	19
3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO.....	19
3.1 MISURE TOPOGRAFICHE.....	19
3.1.1 Modalità d'installazione.....	19
3.1.2 Sistema di acquisizione dati.....	20
3.1.3 Frequenza dei rilevamenti.....	20
4 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	21

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

Il presente documento riporta la relazione tecnico descrittiva delle opere di sostegno del terreno a ridosso della piattaforma ferroviaria in corrispondenza del Bivio di Gazzi tra le Pk 17+573,757 e Pk 17+870,500 (binario pari).

In particolare la presente relazione si riferisce ai muri ad “U” previsti tra le Pk 17+573,757 e Pk 17+646,600 binario pari ed ai successivi muri di sostegno del terreno a ridosso della sede ferroviaria tra le Pk 17+646,600 e 17+870,500 (binario pari) sul lato dx e tra le prog.17+539,950 e 17+702,100 (binario dispari) sul lato sx .

1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Il muro ad “U” è ubicato al Bivio di Gazzi tra le progressive 17+573,757 e 17+646,600 (binario pari). L'altezza dell'elevazione è per i diversi conci rispettivamente di 8,56m, 9,38m, 9,88m, 10,40m. La fondazione, a spessore costante, presenta un'altezza di 140 cm. Sono presenti due sbalzi laterali alla fondazione di larghezza pari a 0.50 m.

La sezione di studio è quella che si è ritenuto fosse la più rappresentativa per il dimensionamento delle opere avente altezza pari a 9.88 m per entrambi i lati (sezione relativa al concio 2 avente un ricoprimento di terreno massimo pari a 9.80m). Trasversalmente la larghezza interna della fondazione è compresa fra 21.31 e 23.52m (la sezione di calcolo è relativa alla sezione di larghezza 22m). Le pareti hanno spessore in testa di 45 cm; il paramento esterno è inclinato secondo la pendenza dell'1/10 che porta ad avere all'attacco con la fondazione un'altezza di sezione reagente di circa 135 cm.

Nell'immagine seguente è riportata la sezione tipologica ed in quella successiva uno stralcio planimetrico della zona interessata da queste opere.

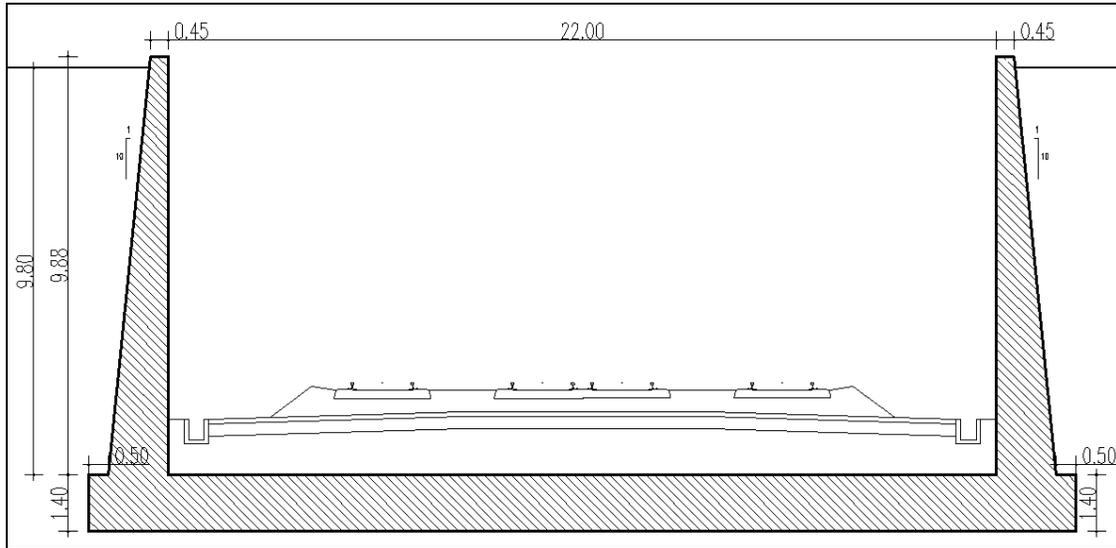


Figura 1 - sezione trasversale di studio schematica relativa ai muri a "U"



Figura 2 – stralcio planimetrico ubicazione muri "U"

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Di seguito ai muri ad “U” sopra descritti, sono stati previsti muri di contenimento del terreno a ridosso della sede ferroviaria al Bivio di Gazzi tra le Pk 17+646,600 e 17+870,500 (binario pari) in dx e tra le prog.17+539,950 e 17+702,100 (binario dispari) in sx.

Le caratteristiche geometriche dei vari conci sono le seguenti:

N°concio	H elevazione (m)	L_{tot} Fondazione (m)	H fondazione (m)
1,2 dx	7,85-7,57	7,00	1,00
3-5,6-7,8,9-10 dx	6,08-5,31-4,90-4,52	6,00	1,00
11 dx	4,22	4,00	0,70
1,2,3 sx	7,92-7,10-6,98	7,00	1,00
4,5,6 sx	5,35-5,22-4,91	6,00	1,00
7,8 sx	3,90-3,73	4,00	0,70



Figura 3 – stralcio planimetrico

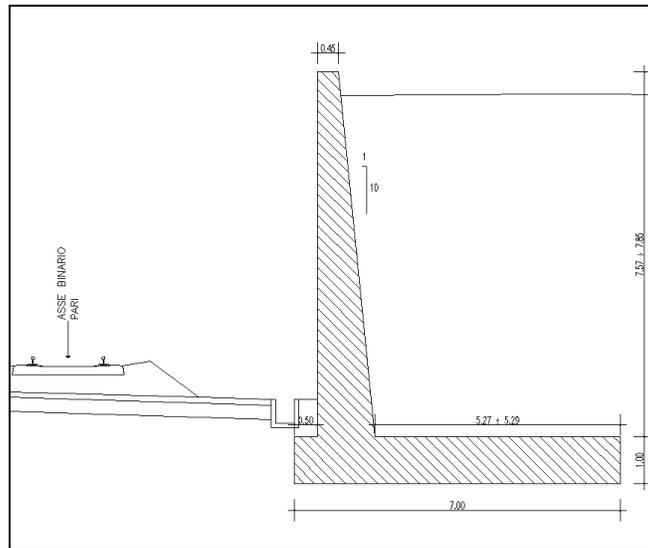


Figura 4 – sezione tipologica muri di sostegno

Al fine di salvaguardare sia coloro che per varie ragioni possono trovare a transitare in prossimità dei muri, sia il tracciato ferroviario stesso dal lancio o dalla caduta di oggetti, è stata prevista (sia sui muri ad “U” che in quelli successivi) la sistemazione di un parapetto in acciaio imbullonato alla struttura e di una rete elettrosaldata zincata.

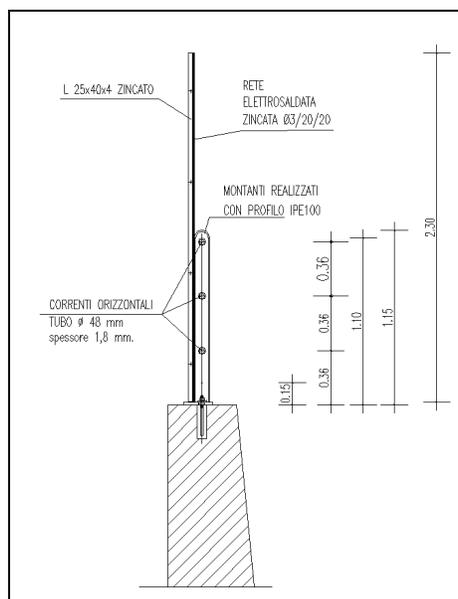


Figura 5 – parapetto con rete di protezione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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).

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.

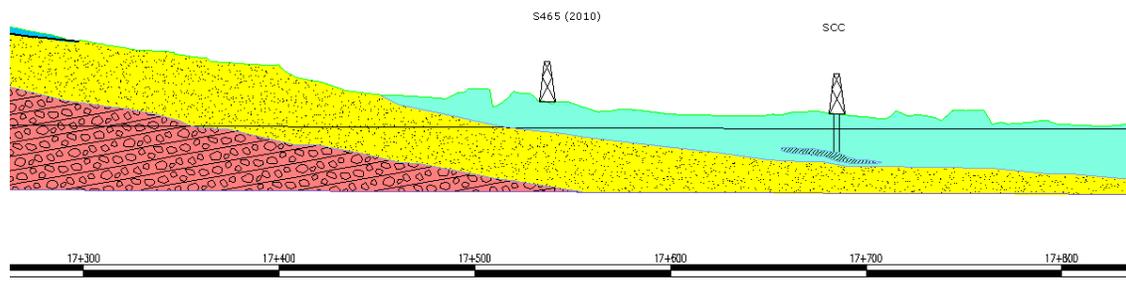


Figura 6 - profilo geologico



Figura 7 – Legenda della caratterizzazione geologica

Dal profilo sopra riportato emerge come la zona di interesse è caratterizzata nello strato superficiale, ovvero laddove sono ubicati i muri a U ed in seguito i muri di contenimento, da materiali identificati come *sedimenti fluviali e costieri*.

Oltre al profilo geologico è stato considerato anche la colonna di sondaggio eseguita nell'intorno di questo tratto (S465), che confermano la presenza dello strato sopra citato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		Codice documento SF0286_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

Si riassumono nel seguito i parametri geotecnici presi a riferimento per i sedimenti fluviali e costieri.

	γ kN/m ³	c' MPa	ϕ' °	E' MPa	ν' --	k m/s
Sedimenti fluviali e costieri	18-19	0.00	37 - 39	$9 \cdot z^{0.8} E_{\min}$ per $z=3.00$ m	0.2-0.3	-

Per quanto riguarda la presenza della falda relativamente alle aree interessate dai muri ad U e dai muri di linea essa risulta trovarsi a quota 10.70m al di sotto del piano campagna, ovvero alla quota assoluta di 3.591m (vedasi sondaggio S465). Si ha quindi la presenza di acqua per 1.301m sopra il livello d'imposta delle fondazioni dei muri a "U" e per 0.681m per quanto riguarda i muri di linea. 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. Si ha infatti dalla relazione sismica (CG0800PRGDSSBC8G00000001) che, essendo fuori dal tratto oggetto di indagine che termina alla pk 17+3 come mostrato in figura, la categoria di sottosuolo maggiormente penalizzante risulta essere la categoria C.

<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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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 attraverso le coordinate ISTAT:

Longitudinale 15.540

Latitudine: 38.163

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE LATITUDINE

15,54000 38,16300

Ricerca per comune

REGIONE PROVINCIA COMUNE

Piemonte Torino Agliè

Elaborazioni grafiche

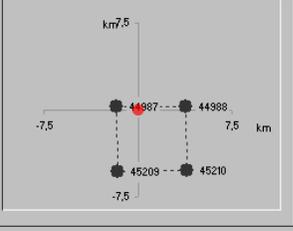
Grafici spettri di risposta ||>

Variabilità dei parametri ||>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ||>

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

...a "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, a "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 - $P_{VR} = 81\%$ info
- SLD - $P_{VR} = 63\%$ info

Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$ info
- SLC - $P_{VR} = 5\%$ info

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**

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_s = 1.040$ $C_c = 1.399$ info

Categoria topografica info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievotopografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 0.667$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Trattandosi di opere di linea con altezze superiori ai 5.00 m, in accordo con i criteri di progettazione approvati, sono stati assunti come valori di riferimento per la stima dell'accelerazione sismica di progetto:

- Vita nominale (V_N)= 100 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione (C_u)= 2.00 (Classe d'uso: IV)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 200 anni.

La scelta dei valori associati a vita nominale e coefficiente d'uso è stata eseguita conformemente con quanto previsto nei criteri di progettazione per opere di linea o opere di sostegno con altezza superiore a 5m.

Come si può notare dalle immagini precedenti si è considerata una categoria di sottosuolo Tipo C in quanto, in assenza di indagini dedicate, si è considerata cautelativamente la medesima categoria impiegata per le opere immediatamente precedenti, così come meglio descritto al precedente paragrafo.

Si è inoltre considerata una categoria topografica T1 in quanto si è in presenza di un pendio con pendenza media inferiore ai 15°, congruentemente con quanto definito dalle NTC08 alla tabella 3.2.IV.

Sempre in analogia alle linee guida emanate nel caso sismico sono state analizzate le condizioni di Stato Limite di Vita (SLV) e di Stato Limite di Danno (SLD), da cui risultano le accelerazioni al suolo di seguito riportate:

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,444 g
F_0	2,480
T_c	0,419 s
S_B	1,040
C_c	1,399
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,040
η	1,000
T_B	0,195 s
T_c	0,586 s
T_D	3,375 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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 $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,461
$T_B \leftarrow$	0,195	1,144
$T_c \leftarrow$	0,586	1,144
	0,719	0,933
	0,852	0,787
	0,985	0,681
	1,117	0,600
	1,250	0,536
	1,383	0,485
	1,516	0,442
	1,648	0,407
	1,781	0,376
	1,914	0,350
	2,047	0,328
	2,180	0,308
	2,312	0,290
	2,445	0,274
	2,578	0,260
	2,711	0,247
	2,844	0,236
	2,976	0,225
	3,109	0,216
	3,242	0,207
$T_D \leftarrow$	3,375	0,199
	3,405	0,195
	3,434	0,192
	3,464	0,189
	3,494	0,185
	3,524	0,182
	3,553	0,179
	3,583	0,176
	3,613	0,173
	3,643	0,171
	3,672	0,168
	3,702	0,165
	3,732	0,162
	3,762	0,160
	3,792	0,157
	3,821	0,155
	3,851	0,153
	3,881	0,150
	3,911	0,148
	3,940	0,146
	3,970	0,144
	4,000	0,141

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,170 g
F_0	2,358
T_c	0,333 s
S_B	1,459
C_c	1,510
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,459
η	1,000
T_B	0,167 s
T_C	0,502 s
T_D	2,281 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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 $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,249
$T_B \leftarrow$	0,167	0,586
$T_C \leftarrow$	0,502	0,586
	0,587	0,501
	0,672	0,438
	0,756	0,389
	0,841	0,350
	0,926	0,318
	1,011	0,291
	1,095	0,269
	1,180	0,249
	1,265	0,233
	1,349	0,218
	1,434	0,205
	1,519	0,194
	1,604	0,184
	1,688	0,174
	1,773	0,166
	1,858	0,158
	1,942	0,151
	2,027	0,145
	2,112	0,139
	2,197	0,134
$T_D \leftarrow$	2,281	0,129
	2,363	0,120
	2,445	0,112
	2,527	0,105
	2,609	0,099
	2,691	0,093
	2,772	0,087
	2,854	0,082
	2,936	0,078
	3,018	0,074
	3,100	0,070
	3,182	0,066
	3,263	0,063
	3,345	0,060
	3,427	0,057
	3,509	0,055
	3,591	0,052
	3,673	0,050
	3,754	0,048
	3,836	0,046
	3,918	0,044
	4,000	0,042

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 FASI COSTRUTTIVE

Per quanto riguarda i muri di linea le fasi esecutive possono essere elencate come di seguito riportato:

- 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;

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 testa al muro. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del muro, in testa e sulle sezioni ad altezze intermedie, nelle tre direzioni dello spazio.

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

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 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: $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

3.1.3 Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti:

Muro:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

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.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
BIVIO GAZZI – MURI A U E DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> SF0286_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

COLLEGAMENTI SICILIA														
46 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI														
46 Linea ferroviaria da Opera di Attraversamento a stazione di Messina														
46 Tratto all'aperto - Bivio Gazzi														
46 Relazione descrittiva														
46	tabulato movimento materie		CG0700	P	RG	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	01
46	Muri a U - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche	1:200	CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	01
46	Muri a U - Pianta, prospetti, sezioni e particolari	1:200	CG0700	P	P9	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	01
46	Muri di contenimento - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche	1:200	CG0700	P	CL	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	02
46	Muri di contenimento - Pianta, prospetti, sezioni e particolari - Tav.1	1:200	CG0700	P	P9	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	02
46	Muri di contenimento - Pianta, prospetti, sezioni e particolari - Tav.2	1:200	CG0700	P	P9	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	03
46	Muri a U e di contenimento - Relazione tecnico descrittiva		CG0700	P	RG	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	03
46	Muri a U e di contenimento - Scheda riassuntiva di rintracciabilità delle opere		CG0700	P	SH	D	S	FC	L2	TA	00	00	00	01