

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)

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. F. Colla
Ordine Ingegneri
Milano
n° 20355



Dott. Ing. E. Pagani
Ordine Ingegneri Milano
n° 15408

IL CONTRAENTE GENERALE

Project Manager
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
Direttore Generale e
RUP Validazione
(Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA
Amministratore Delegato
(Dott. P. Ciucci)

Unità Funzionale

COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA

Tipo di sistema

CENTRO DIREZIONALE

Raggruppamento di opere/attività

OPERE CIVILI EDILI

Opera - tratto d'opera - parte d'opera

PARCHEGGIO PIAZZA

Titolo del documento

MURO IN TERRA RINFORZATA IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE -

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA

CD0174_F0

CODICE

C G 0 7 0 0 P R G D C C D 1 C P R 0 0 0 0 0 0 1 1 F0

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

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE.....	3
PREMESSA.....	5
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO.....	5
1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	6
1.2 CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA	7
1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	7
1.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	8
1.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'	9
1.5.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	10
1.5.2 PARAMETRI SISMICI DI BASE	10
1.5.3 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO	11
1.5.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	11
1.5.4.1 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA.....	14
1.5.4.2 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	15
2 FASI COSTRUTTIVE	15
3 ELABORATI DI RIFERIMENTO	17

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE	<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

PREMESSA

Il presente documento riporta la descrizione tecnico-funzionale del muro in terra rinforzata da realizzare in corrispondenza delle strutture di fondazione della zona ARCADE. L'opera in oggetto è inquadrata nel Progetto Definitivo del Ponte sullo Stretto di Messina, nell'ambito delle opere connesse ai collegamenti infrastrutturali, ferroviari e stradali lato Calabria.

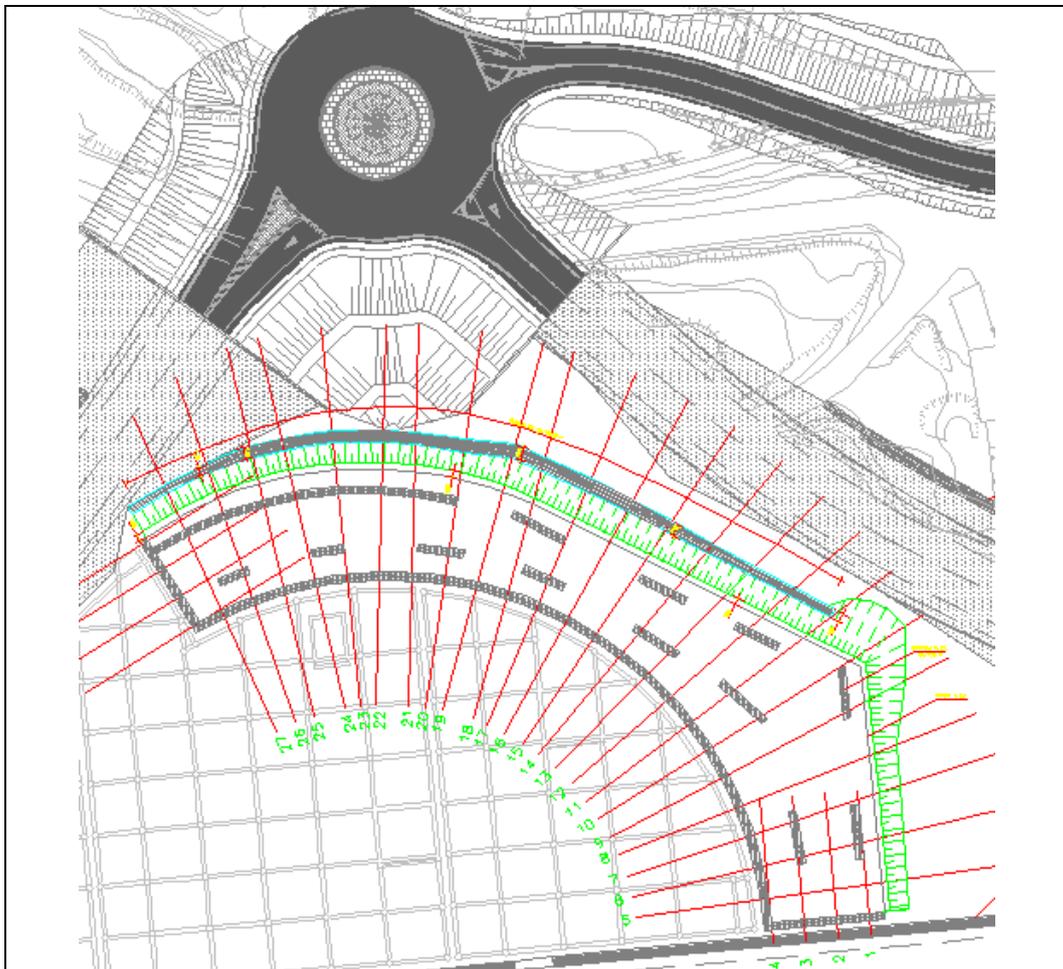


Figura: stralcio planimetrico dell'opera

1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

L'opera in progetto, rappresentata dal muro in terra rinforzata, è necessaria al contenimento del rinterro per la realizzazione dei setti di fondazione e della platea della struttura ARCADE. Il muro è

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ubicato alle spalle della stazione di servizio di Villa S. Giovanni Autostrada Salerno-Reggio Calabria, direzione Reggio Calabria.



Figura 1.1 :Ubicazione opera

1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

L'opera ha un'altezza variabile tra 3.20 m e 5.75 m, per uno sviluppo complessivo di 116.20 m, e ricade tra l'asse 1-2 e l'asse 1-3. La larghezza dei rinforzi è pari a 7.00 m. La tecnologia della terra rinforzata permette di realizzare opere di sostegno a gravità con un materiale da costruzione composito, costituito da terra ed armature di rinforzo. L'attrito fra le armature, geogriglie in materiale composito, ed il rilevato viene sfruttato per trattenere un paramento esterno la cui funzione è di contenere il terreno immediatamente a tergo di esso. La restante parte del riempimento, grazie alle armature, è resa monolitica ed è assimilabile ad un muro a gravità dotato di grande flessibilità e capacità di adattarsi a differenti condizioni di esercizio. La tipologia di rinforzo impiegata è costituita da geogriglie ad alta resistenza, sia come rinforzo principale che secondario. La pendenza del paramento è di 70° e viene mantenuta attraverso un cassero in rete elettrosaldato con ferri del diametro di 8 mm a passo variabile.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
		MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0

Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	05	A
Tracciato stradale - Rampa G													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	06	A
Tracciato stradale - Rampa M													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	07	A
Tracciato stradale - Rampa U													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	08	A
Tracciato stradale - Rampa V													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	09	A
Tracciato stradale - Ramo A accelerazione													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	10	A
Tracciato stradale - Ramo C decelerazione													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	11	A
Tracciato stradale - Ramo D decelerazione													
Profilo geotecnico	CG0800	P	FZ	D	C	SB	C8	ST	00	00	00	12	A

1.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel seguito si farà riferimento a quanto riportato nei documenti Geologici, dei quali si riportano le tabelle riassuntive relative alle formazioni litologiche attraversate dall'opera in oggetto.

Depositi di versante

γ (kN/m ³)	18-20
c'_{picco} (kPa)	0-10
φ'_{picco} (°)	38° ÷ 40° (p'ff=0-272KPa) / 35° ÷ 38° (p'ff=272-350KPa)
C_{residuo} (kPa)	0
φ_{cv} (°)	33-35
k_o (-)	0.45-0.55
V_s (m/sec)	200 + 7 z
G'_o	$G'_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.05}$
E_o	$E_o = 4300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.05}$
$E' *$	$E' = (17 \div 40) \cdot (z)^{0.7}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

v'	0.2
K(m/s)	$10^{-4} - 10^{-5}$

Sabbie e Ghiaie

γ (kN/m ³)	18-20
c' piccolo (kPa)	0-10
ϕ' piccolo (°)	38° ÷ 40° (p'ff=0-272KPa) / 35° ÷ 38° (p'ff=272-350KPa)
Cresiduo' (kPa)	0
ϕ_{cv}' (°)	33-35
k_o (-)	0.45-0.55
V_s (m/sec)	200 + 7 z
G'_o	$G_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.65}$
E_o	$E_o = 4300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a} \right)^{0.65}$
E' *	$E' = (17 \div 40) \cdot (z)^{0.7}$
v'	0.2
K(m/s)	$10^{-4} - 10^{-5}$

1.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'

La caratterizzazione sismica del sito in cui è inserita l'opera in oggetto viene effettuata sulla base delle indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 (paragrafo 3.2).

I parametri sismici di base sono stati calcolati utilizzando il foglio di calcolo dedicato "Spettri di risposta", fornito dal Consiglio Sup. LL.PP. (<http://www.cslp.it/cslp/>), inserendo le coordinate geografiche dell'intervento in corrispondenza dell'opera in progetto:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Latitudine	38,22715
Longitudine	15,645979

1.5.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito dipende dal periodo di riferimento considerato per la definizione dell'azione sismica. In base alle indicazioni riportate nel paragrafo 2.4 del D.M. 14/01/2008 e a quanto riportato nei criteri di progettazione contenuti nel documento "*criteri di progettazione_rev06_20101013.xls*" sono stati scelti i seguenti parametri di progetto:

Tipo di costruzione	3
Vita nominale (V_N)	100 anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso (C_U)	2

Pertanto il periodo di riferimento per l'azione sismica vale:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 100 \cdot 2 = 200 \text{ anni}$$

1.5.2 PARAMETRI SISMICI DI BASE

In base alla posizione del sito in esame ed al periodo di riferimento considerato, si ottengono i seguenti parametri sismici di base:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [sec]
SLO	120	0.133	2.330	0.324
SLD	201	0.172	2.358	0.337
SLV	1898	0.444	2.488	0.421
SLC	2475	0.492	2.502	0.436

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- dove: T_R = periodo di ritorno associato allo Stato Limite considerato;
- a_g = accelerazione orizzontale massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

1.5.3 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nel caso delle strutture in genere e delle opere di sostegno (muri, paratie) devono essere verificati i seguenti Stati Limite:

- **SLD** (Stato Limite di Danno), associato alle verifiche a Stato Limite di Esercizio;
- **SLV** (Stato Limite di salvaguardia della Vita), associato alle verifiche a Stato Limite Ultimo.

1.5.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento indicate nella Tabella 3.2.II del D.M. 14/01/2008.

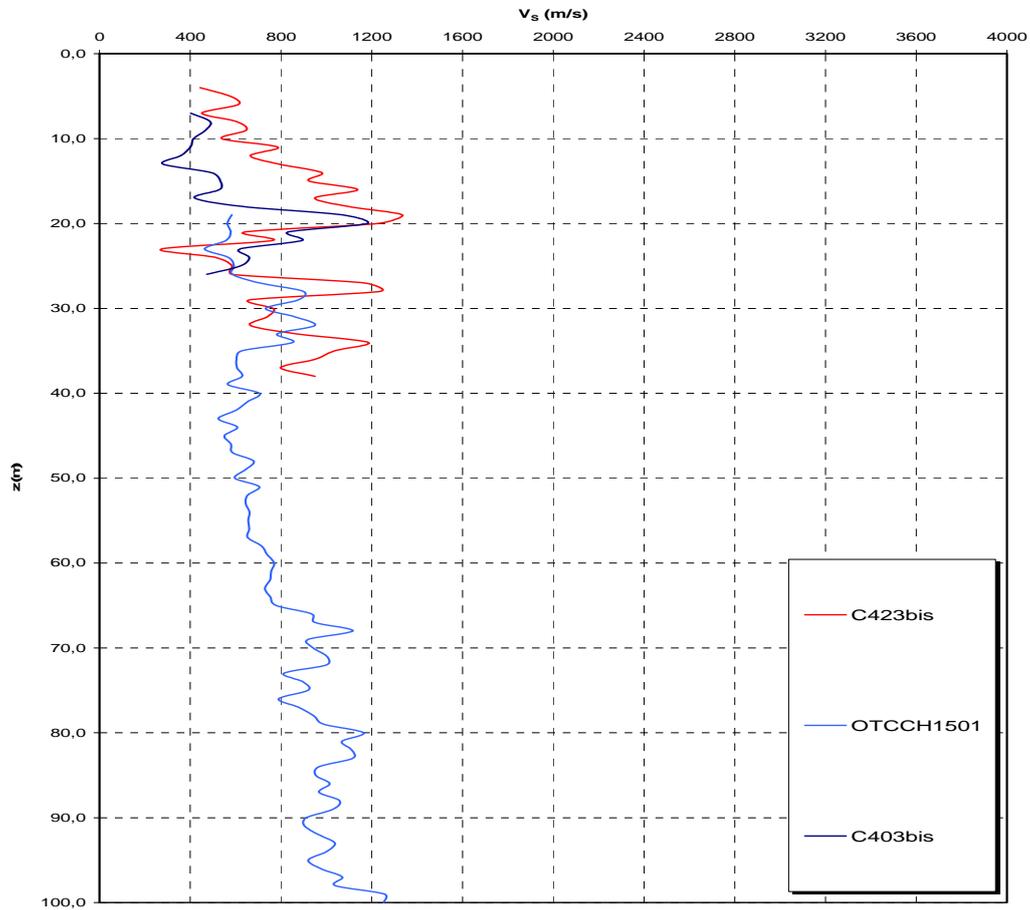
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessori massimo pari a 3m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina media-mente consistenti</i> , con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	di $V_{s,30}$ compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsa-mente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

L'opera insiste interamente nella formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina. Il substrato è costituito dal Conglomerato di Pezzo, ad una profondità media di circa 2.50 m dalla fondazione, esteso fino alle massime profondità indagate. Data l'esiguità delle prove localmente presenti, si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona in corrispondenza delle rampe di accesso alle gallerie (Rampe A/B/C/D 0-0+500). Per la caratterizzazione sismica del suolo nella zona in esame si dispone delle prove sismiche relative ai sondaggi **C403bis C423bis**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						



Andamento delle Vs nelle verticali indagate

E' stato stimato, inoltre, il valore di $N_{spt,30}$ a partire dai dati delle prove penetrometriche in foro effettuate nel sondaggio **C404**, ritenuto maggiormente rappresentativo per l'opera in esame, per uno spessore di 30.00 m valutato, dal piano d'imposta della fondazione

□ □

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{1,M} N_{SPT,i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

NSPT = Valore di N_{spt} i-esimo

M = Numero di strati

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade

C404

Strato	Litotipo	hi [m]	N _{SPT}	Z	h _i /N _{spt,i}		
h ₁	Terreno di riporto	0	6	0.00	0.000		
h ₂	Paleosuolo	0	5	0.00	0.000		
h ₃	Sabbia con ghiaia	2.5	33.6	2.50	0.074		
h ₄	Sabbia da granito alterato	27.5	100	30.00	0.275		
h _{totale}		30		Σ hi/Nspt,i	0.349		
Nspt,30 =		30	/	0.349	=	85.86	B

Sulla base dei valori sopra riportati, si ritiene che il sottosuolo di progetto rientri nella **Categoria B**.

1.5.4.1 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) può essere calcolato in funzione dei valori di F₀ e T_C^{*} relativi al sottosuolo di Categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008.

Categoria sottosuolo	S _s	C _c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

STATO LIMITE	a_q [g]	F_0 [-]	T_c^* [sec]	S_s	
SLV	0.444	2.488	0.421	A	1.00
				B	1.00
				C	1.037
				D	0.90
				E	1.00

Per le componenti verticali del sisma, il coefficiente S_s assume sempre il valore unitario.

1.5.4.2 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

In accordo con la Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2008, le caratteristiche topografiche del sito in cui sorge l'opera in progetto rientrano nella **Categoria T1** (*“Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”*).

Tenendo conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, il valore del coefficiente di topografia (S_T) assume quindi un valore unitario, in accordo con quanto riportato nella Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008.

2 FASI COSTRUTTIVE

Di seguito vengono descritte le fasi costruttive per la realizzazione dell'opera

1. Realizzazione muro in T.R. di progetto
2. Rinterro fino alla quota di testa dei diaframmi della fondazione ARCADE
3. Scavo del pannello mediante idrofresa (con o senza pre-scavo di approccio)
4. Dissabbio e pulizia del pannello
5. Getto del pannello
6. Getto della platea di fondazione della struttura ARCADE
7. Realizzazione della struttura ARCADE di elevazione

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE</p>		<p><i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
MURO IN T.R. IN DX ZONA FONDAZIONE ARCADE		<i>Codice documento</i> CG0700PRGDCCD1CPR00000011F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Per l'opera descritta nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti elaborati di progetto:

N. COMPONENTE	CODICE Progr. ELABORATO		Descrizione/oggetto elaborato	Scala	Progettista
19	CD	0172	Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade - Planimetria di progetto	1:500	SINA
19	CD	0173	Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade - Pianta dell'opera, Prospetto e Sezioni Trasversali	1:200	SINA
19	CD	0174	Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade - Relazione tecnico descrittiva dell'opera	-	SINA
19	CD	0175	Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade - Relazione sismica, di calcolo e verifiche geotecniche	-	SINA
19	CD	0176	Muro in terra rinforzata in dx zona fondazione Arcade - Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera	-	SINA