

# 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></p>  <p>Dott. Ing. F. Colla          Ordine Ingegneri          Milano          n° 20355          Dott. Ing. E. Pagani          Ordine Ingegneri Milano          n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>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>
--	--	---	--

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SS0819_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	SVINCOLO ANNUNZIATA	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	CAVALCAVIA – RAMPA 1	
<i>Titolo del documento</i>	SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	S	H	D	S	S	C	A	4	C	V	R	1	0	0	0	0	0	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
1 UBICAZIONE TOPOGRAFICA E MORFOLOGICA DELL'AREA .....	5
2 GEOMETRIA E CONGRUENZA CON LE ALTRE PARTI DEL PROGETTO .....	6
3 ASPETTI GEOLOGICO – GEOTECNICI E IDROGEOLOGICI .....	7
Parametri principali assunti .....	14
3.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO .....	15
3.1.1 AZIONI SISMICHE .....	16
3.1.1.1 VITA NOMINALE .....	17
3.1.1.2 CLASSE D'USO.....	17
3.1.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO .....	17
3.1.1.4 STATO LIMITE CONSIDERATO .....	18
3.1.1.5 PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV .....	18
4 IDROLOGIA E IDRAULICA.....	20
Interventi di sistemazione idraulica in progetto.....	22
Intervento in progetto.....	23
5 CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA E DELLE FONDAZIONI.....	25
5.1 Sottostrutture e fondazioni.....	26
6 CONDIZIONI AMBIENTALI E SISMICITA' DELLA ZONA .....	30
6.1.1 AZIONI SISMICHE .....	31
6.1.1.1 VITA NOMINALE .....	32
6.1.1.2 CLASSE D'USO.....	32
6.1.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO .....	33
6.1.1.4 STATO LIMITE CONSIDERATO .....	33
6.1.1.5 PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV .....	33
7 INTERFERENZE CON SERVIZI E/O INFRASTRUTTURE ESISTENTI.....	35
8 FUNZIONALITA' DELL'OPERA E RISPONDEZZA AGLI SCOPI PER CUI E' STATA CONCEPITA.....	36
9 ASPETTO ESTETICO ED ECONOMICO .....	37
10 FASI COSTRUTTIVE .....	38

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11	MATERIALI IMPIEGATI .....	39
11.1	CALCESTRUZZI (Secondo UNI 11104 - 2004) .....	39
11.2	ACCIAIO PER ARMATURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO (secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008).....	43
11.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO .....	43
11.4	BULLONI.....	45
11.5	PIOLI CON TESTA TIPO “NELSON”.....	45
11.6	SALDATURE .....	45
12	PREDISPOSIZIONI PER IMPIANTI E PER SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	46
13	GIUNTI DI DILATAZIONE E COSTRUZIONE .....	47
14	SCALE PASSERELLE E PASSI D’UOMO PER ISPEZIONE .....	48
15	ELEMENTI DI ARREDO STRADALE .....	49

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 UBICAZIONE TOPOGRAFICA E MORFOLOGICA DELL'AREA

La presente relazione di calcolo tratta la verifica delle strutture principali del Cavalcavia svincolo Annunziata (Pk. Iniz. 0+278.43 - Pk. Fin. 0+340.22), facente parte dello svincolo di Annunziata terminale dell'intervento lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina. L'area è orograficamente non particolarmente complessa e caratterizzata dalla presenza della fiumara Annunziata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 GEOMETRIA E CONGRUENZA CON LE ALTRE PARTI DEL PROGETTO

Il cavalcavia è composto da n.2 campate di luce massima pari a 32.0 m misurata tra gli assi di appoggio della pila e delle due spalle in cemento armato.

La larghezza della carreggiata stradale è pari a 9.00 m; sono previsti due cordoli laterali di larghezza pari a 0.8, sui quali sono impostati i montanti delle barriere di protezione.

L'impalcato è realizzato in struttura mista acciaio – calcestruzzo ed è composto da 3 travi longitudinali poste a interasse 3.7 m collegate da diaframmi intermedi a traliccio e diaframmi di testata ad anima piena posti a interasse massimo pari a circa 3.97 m misurato lungo l'asse principale. Le travi principali hanno sezione in profilo composto di altezza costante lungo lo sviluppo del viadotto pari a 1.8 m.

La collaborazione fra struttura metallica e soletta in c.a. è prevista per mezzo di connettori tipo Nelson saldati sull'estradosso delle piattabande superiori delle travi principali.

L'impalcato in c.a. è realizzato con getto in opera mediante l'impiego di predalles autoportanti di spessore 6 cm, munite di armature a traliccio e poggianti sulle ali superiori delle travi.

Una volta disposte le predalle si provvede alla posa dell'armatura longitudinale ed al completamento di quella trasversale e quindi, al getto della soletta fino agli spessori di progetto; la sezione trasversale della soletta presenta un'altezza costante pari a 30 cm (24 cm + 6 cm di predalles).

Complessivamente la struttura è stata suddivisa in 5 conci di lunghezza massima pari a 13.5 m, assemblati in cantiere con giunzioni saldate.

La sua conformazione strutturale e il suo dimensionamento sono coerenti con le altre opere in progetto e con le caratteristiche delle strade che la sormontano e di quelle che vengono da essa scavalcata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3 ASPETTI GEOLOGICO – GEOTECNICI E IDROGEOLOGICI

#### CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO **Descrizione delle litologie prevalenti**

Le litologie prevalenti sono costituite dalla formazione dei Depositi alluvionali e del San Pier Niceto (sia argilloso che conglomeratico)

I Depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, giallastre o brune a clasti prevalentemente arrotondati di diametro da 2 a 30 cm, clasti sostenuti o a supporto di matrice argilloso-sabbiosa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre; sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa. L'età dei depositi alluvionali terrazzati è Pleistocene medio-superiore.

I depositi alluvionali recenti sono costituiti da limi e sabbie con livelli di ghiaie a supporto di matrice terroso-argillosa, talora terrazzati, localizzati in aree più elevate rispetto agli alvei fluviali attuali. La componente ruditica è rappresentata da ciottoli poligenici, prevalentemente cristallini, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, mediamente di 4-5 cm. L'età dei depositi alluvionali recenti è l'Olocene.

La formazione del San Pier Niceto è costituita essenzialmente da due facies distinte, una basale conglomeratica ed arenacea e l'altra superiore di natura prevalentemente argillosa.

Alla base il conglomerato è costituito da grossi ciottoli poligenici arrotondati e ghiaie di colore marrone-avana in una matrice arenacea rossastra con sabbia sempre più fine man mano che ci si sposta verso l'alto. Nella parte superiore assume l'aspetto di un ammasso roccioso che affiora estesamente in banchi.

Superiormente la porzione arenacea lascia il posto a strati limo argillosi di potenza metrica.

La falda risulta presente nei depositi alluvionali a quota assoluta 150 m s.l.m.

#### **Indagini previste**

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S430, S431, S432, S435, S436, S437, S441, I2, I3 (campagna del 2010), S07, S08 (campagna del 2002).

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **C** (sismica a rifrazione S432-SR15 e PR18 SR, S441), come si evince dalle tabelle e figure in Allegato.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

#### Depositi alluvionali

- prove SPT (S437)\*
- prove sismiche a rifrazione (S432-SR11 )
- prove di laboratorio per la determinazione delle granulometrie e delle caratteristiche fisiche (S430, S431, S436, S437)

\* S432 non è stato considerato rappresentativo per la parametrizzazione dei depositi alluvionali in quanto lontano dall'opera in esame.

#### San Pier Niceto argilloso

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove pressiometriche (S432, S454)
- prove dilatometriche (S459bis, S453)
- prove sismiche a rifrazione (SR11)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri di resistenza (S457, S465)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici.

#### San Pier Niceto Conglomeratico

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prova sismica a rifrazione (SR11)
- prova down hole (S464)
- prove dilatometriche (S464bis, S443, S456)
- prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e della granulometria (S429bis, S434, S456, S464, S465)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001B. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

### Depositi alluvionali

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche l'andamento del fuso (campioni dei sondaggi S432,S437,S431,S441,S436) evidenzia che i litotipi corrispondono a materiali a grana grossa (ghiaie 39%), materiali intermedi (sabbie 45%). Il contenuto di fino è mediamente del 14%.

Con riferimento al fuso medio:

Il valore di  $D_{50}$  è pari a 0.8mm

Il valore di  $D_{60}$  è pari a 2 mm

Il valore di  $D_{10}$  è pari a 0.01 mm

Il peso di volume dei grani medio  $\gamma_s$  è risultato pari a circa 26.5 kN/m<sup>3</sup>.

Per quanto concerne lo stato iniziale ed i parametri di resistenza dalle prove SPT si ha:

- **Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.75$  corrispondente al  $d_{50}=0.8mm$ .
- **$e_0$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.305 stimando per  $e_{max}$  un valore pari a 0.7: a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di  $e_0$  in sito; il valore di  $e_0$  è mediamente pari a 0.5-0.6.
- **$\gamma_d$  :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m<sup>3</sup>
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Jaky.

<b>z(m)</b>	<b>Dr(%)</b>	<b><math>e_0</math></b>	<b><math>K_0</math></b>	<b><math>\phi'_p</math> (pff=0-272KPa) (°)</b>	<b><math>\phi'_{cv}</math> (°)</b>
<b>0-10</b>	<b>40-50</b>	<b>0.5-0.6</b>	<b>0.38-0.40</b>	<b>37-38</b>	<b>33</b>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per i parametri di deformabilità dalle sismiche a rifrazione (S432-SR11) si ottengono valori di  $V_s$  che vanno mediamente da 200 m/s a 300 m/s.

$G_0$  varia conseguentemente da 80 a 150 Mpa fino a 10-15m di profondità.

I parametri ricavati dalle sismiche a rifrazione possono ritenersi rappresentativi della deformabilità delle lenti limose circoscritte che possono riscontrarsi (S441, S432).

I valori di  $G_0$  da prove SPT hanno un andamento compatibile che, stimato graficamente con una linea di tendenza, risulta pari a:

$$G_o = 34 \cdot (z)^{0.65}$$

$$E_o = 80 \cdot (z)^{0.65}$$

$$E = (10 \div 25) \cdot (z)^{0.65}$$

pari rispettivamente a circa  $1/10 \div 1/5$  (medio - alte deformazioni) ed ad  $1/3$  di quelli iniziali (piccole deformazioni). I valori minimi si riferiscono al progetto delle fondazioni.

### **San Pier Niceto argilloso**

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche il fuso granulometrico mostra che le caratteristiche sono tipiche di materiali a grana medio fine con percentuale media di sabbia al 20%, limo al 62% ed argilla al 18%. Si ha che  $D_{50}=0.06$ ,  $D_{60}=0.15$  e  $D_{10}=0.001$  mm.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si ha  $W_n=30\%$ ,  $W_l=50\%$ ,  $W_p=35\%$ ,  $IP=15\%$

Dalla carta di Casagrande la posizione corrisponderebbe a limi di medio alta plasticità.

Per il peso di volume  $\gamma$  si assume un valore medio di  $20\text{KN/m}^3$ .

Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza non si hanno a disposizione localmente delle prove per cui si fa riferimento alle 6 prove di laboratorio (4TD e 2 CID) su campioni prelevati fra 6m e 35m in altri sondaggi (S457, S465) .

Dalle prove di taglio diretto (campioni sondaggio S457) si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,050-0,080 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{picco}} = 27^\circ \div 20^\circ$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

$$c'_{\text{cv}} = 0 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{\text{cv}} = 25^\circ-20^\circ$$

Nelle prove triassiali (campioni sondaggio S465) si ottengono i seguenti range di valori di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

resistenza di picco:

$$c'_{\text{picco}} = 0,016-0,020 \text{ MPa}$$

$$\varphi'_{\text{picco}} = 21^{\circ} \div 22^{\circ}$$

Per i valori di resistenza in condizioni di stato critico si ottiene:

$$c'_{\text{cv}} = 0 \text{ MPa}$$

$$\varphi'_{\text{cv}} = 21^{\circ}$$

Dalle correlazioni con i valori di  $N_{\text{spt}}$  si ottiene un valore di  $C_u$  mediamente pari a 370 MPa.

Per i parametri di deformabilità, dalle prove dilatometriche (S459bis, S453) effettuate sulla componente argillosa si evince un range del modulo pari a 55-75 Mpa.

Un valore singolo (S459bis a 54m) raggiunge invece 1000 MPa ma sembrerebbe essere stato effettuato su un livello conglomeratico che si alterna a quello argilloso.

Dalle prove di sismica a rifrazione (S454-SR3 e SR5 e S434-SR2) si ottengono valori medi di velocità  $V_s$  ascrivibili all'intero pacchetto del San Pier Niceto argilloso molto elevate e pari a 800 e 1500 m/s fra 20 e 50m di profondità.

A tali valori corrisponderebbe un range di moduli  $G_0$  pari a 1100 e a 4600 MPa, e quindi di  $E_0$  pari a 2640 e a 11000 MPa con  $E' = 264-1100 \text{ MPa}$  e  $1100-3670 \text{ MPa}$  (rispettivamente pari a  $1/10 E_0$  ed  $1/3 E_0$ ).

Tale discrepanza con i valori ottenuti dalle pressiometriche possono ascrivere

alla difficoltà, nell'interpretazione delle sismiche a rifrazione, nell'individuare il sismostrato esattamente riferibile alla formazione in esame che rende eventualmente affetta da errore l'individuazione dell'esatto valore di  $V_s$ ,

alla presenza, all'interno del pacchetto del San Pier Niceto argilloso, di strati arenacei cementati che condizionano la risposta elastica globale.

all'eventuale disturbo del foro in cui sono state effettuate le prove pressiometriche

al fatto che quasi tutte le dilatometriche (tranne S459bis) forniscono valori di primo carico.

Si ritiene cautelativo assumere, per la sola facies prettamente argillosa, un modulo operativo pari a:

$$E' = 70 \div 120 \text{ MPa}$$

compatibili rispettivamente con:

$$E' = 200 \text{ Cu (valore minimo)}$$

$$E' = 400 \text{ Cu (valore massimo)}$$

avendo posto un valore cautelativo di  $C_u = 300 \text{ Kpa}$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## San Pier Niceto Conglomeratico

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche del materiale, l'andamento del fuso conferma che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche sia di materiali a grana grossa (ghiaie 23%) che di materiali intermedi (sabbie 48%). Il contenuto di fino è mediamente del 25%. Sia per la porzione conglomeratica che per quella sabbiosa risulta infatti che:

Il valore di  $D_{50}$  è pari a 0.3mm

Il valore di  $D_{60}$  è pari a 0.6 mm

Il valore di  $D_{10}$  è pari a 0.04 mm

Il peso di volume naturale medio  $\gamma_s$  è risultato pari a circa 26.5 kN/m<sup>3</sup>.

Per quanto concerne lo stato iniziale si ha:

$D_r$ : la densità relativa media è del 80%. I valori risultano non numerosi e molto dispersi e si riferiscono ai primi 30m dove si è riscontrata preponderante la componente sabbiosa. Non è stato possibile tenere in conto l'effetto della cementazione;

$\gamma_d$ : si può stimare un valore medio di  $\gamma_d$  che risulta uguale a circa 21 kN/m<sup>3</sup>;

$K_0$ : si considera la relazione di Mesri.

Per le caratteristiche di resistenza si parte dalla stima del parametro  $RMR_{89}$  che è stato valutato sulla base di un rilievo effettuato in corrispondenza dell'imbocco est della galleria stradale Serrazzo.

Il parametro  $RMR_{89}$  è risultato pari a 51. Il parametro GSI è quindi pari a 46.

Gli involuppi di rottura dell'ammasso roccioso sono stati determinati tenendo conto:

del valore GSI di cui in precedenza;

dei valori della resistenza alla compressione semplice  $\sigma_c$  stimata (15MPa) e del parametro  $m_i$  della roccia intatta pari a 19.

I risultati che si ottengono per  $GSI = 46$  sono riportati nella tabella, sia per le condizioni di resistenza di picco ("undisturbed rock mass") che per le condizioni di resistenza residua ("disturbed rock mass") per tensioni normali corrispondenti a profondità massime di circa 20m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$\sigma_n$ (Mpa)	Picco		Residuo	
	$c'$ (Mpa)	$\phi'$ (°)	$c'$ (Mpa)	$\phi'$ (°)
0.21	0.14	55	0.09	45
0.42	0.21	50	0.15	38

Tenuto conto però che tali parametri sono stati determinati facendo riferimento ad un solo rilievo determinato su un fronte di roccia di altezza di circa 10-20m ed in base ad  $m_i$  stimato in letteratura, si ritiene prudente adottare valori più cautelativi sia per la coesione che per l'angolo d'attrito.

Inoltre si ritiene anche prudente assumere che tali parametri siano rappresentativi di tutto l'ammasso, non essendo a conoscenza delle caratteristiche presenti in profondità.

Si pone quindi:

$c'=0 \div 0.050$  MPa (valore minimo per la porzione sciolta sabbiosa)

$\phi'=38^\circ-40^\circ$

Per le caratteristiche di deformabilità dalle prove sismiche in foro (S464) e dalla sismica a rifrazione PR18 si ottengono valori di  $V_s$  elevati (da 500 a 2000 m/s) già a partire da 15m fino a 70m di profondità.

Il numero di dati a disposizione è molto esiguo;

Ai valori delle velocità di taglio  $V_s$  corrisponderebbero moduli di taglio iniziali  $G_0$  che mostrano tale correlazione:

$G_0=100 z$  (Mpa)

Per la componente sabbiosa caratterizzabile da prove SPT l'andamento di  $G_0$ , stimato fino a 30m di profondità con una correlazione pari a:

$$G_o = 38 \cdot (z)^{0.7}$$

Le correlazioni ottenute mostrano un differente andamento: le prove sismiche risultano essere in numero troppo esiguo per ritenersi rappresentative della deformabilità dell'ammasso.

Per i moduli di Young "operativi" a medie e piccole deformazioni si dà quindi il seguente andamento cautelativo:

$$E_o = 90 \cdot (z)^{0.7}$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$E = (20 \div 30) \cdot (z)^{0.7}$$

pari rispettivamente a circa 1/5 ÷ 1/3 di quelli iniziali.

Dalle prove dilatometriche (S464bis, S443, S456) effettuate nella nuova campagna di indagine 2010 i valori di E' (ciclo scarico – ricarica) risultano pari a 200 e 745 MPa a elevate profondità (55m e 60m).

### Parametri principali assunti

Dall'esame del profilo geotecnico ed in base alla stratigrafia riscontrata dal sondaggio **S437**, posto in corrispondenza delle opere da realizzarsi, le fondazioni dell'opera in esame appaiono intercettare le formazioni di seguito riportate. Si sono riportati i parametri geotecnici di maggiore interesse per i calcoli e le verifiche successivamente eseguite.

<b>Litologia</b>	<b>prof. (m)</b>	<b><math>\gamma_d</math> (kN/m<sup>3</sup>) Peso del secco</b>	<b><math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>) Peso totale</b>	<b>c' (Kpa)</b>	<b><math>\phi'</math> (°)</b>	<b>E' * (MPa)</b>	<b>Cu (KPa)</b>
Depositi alluvionali Sabbie limose	0 –19	17-19	19-20	0	37	$(10 \div 25)z^{0.65}$	-
San Pier Niceto argilloso	>19	-	19-21	20-50	30-22	70-120	200- 400

Tabella 1 – Parametri geotecnici utilizzati

\* Modulo di Young “operativo” - si considerano valori nel range per fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

La falda risulta presente nei depositi alluvionali a quota assoluta 150 m s.l.m..

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  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.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano attribuendo ad:

$a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica;

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

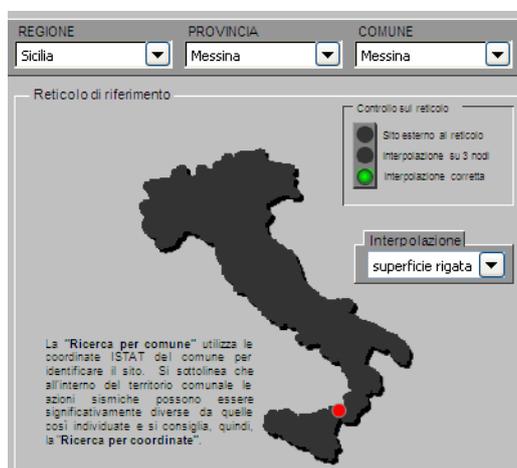
A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><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						

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{200}{\ln(1 - 0.1)} = 1.898 \text{ anni}$$

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri che caratterizzano il Comune di Messina:



$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.061	2.364	0.277
50	0.081	2.318	0.294
72	0.099	2.305	0.312
101	0.118	2.319	0.319
140	0.139	2.343	0.326
201	0.166	2.361	0.334
475	0.247	2.411	0.359
975	0.336	2.446	0.384
2475	0.482	2.491	0.432

### 3.1.1 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che 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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; mentre conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

#### 3.1.1.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione: "Grandi opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" (paragrafo 2.4 delle 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008").

La vita nominale si assume pertanto pari a  $V_N = 100$  anni.

#### 3.1.1.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità..... Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico."

Il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a  $c_U = 2,0$  anni.

#### 3.1.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ottenuto moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

Considerando il manufatto in classe d'uso IV (secondo 2.4.2 D.M. 14/01/2008 e par. 5.2 Relazione Sismica), si ottiene:

$$V_R = V_N \times C_U = 200 \text{ anni}$$

dove:  $V_N = 100$  anni vita nominale (Tab. 2.3.I D.M. 14/01/2008)

$C_U = 2$  coefficiente d'uso per classe d'uso IV (Tab. 2.3.II D.M. 14/01/2008)

#### 3.1.1.4 STATO LIMITE CONSIDERATO

Ai fini del progetto e della verifica delle strutture per gli stati limite ultimi lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV (riferito alla probabilità di superamento  $P_{VR}$  pari al 10% nel periodo di riferimento  $V_R$ ).

#### 3.1.1.5 PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV

La forma spettrale è definita in funzione dei seguenti parametri:

Categoria suolo C

Categoria topografica:  $T_1$

I parametri per gli spettri di risposta della componente orizzontale allo SLV sono i seguenti:

accelerazione orizzontale =	$a_g [g] = 0.435$
fattore di amplificazione =	$F_0 = 2.478$
periodo di inizio =	$T_{c^*} = 0.418$
fattore di amplificazione =	$F_V = 2.207$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	$T_C = 0.585$
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	$T_B = 0.195$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	$T_D = 3.340$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$C_C = 1.401$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$S_S = 1.053$
coefficiente topografico	$S_T = 1.000$
	$S = 1.053$

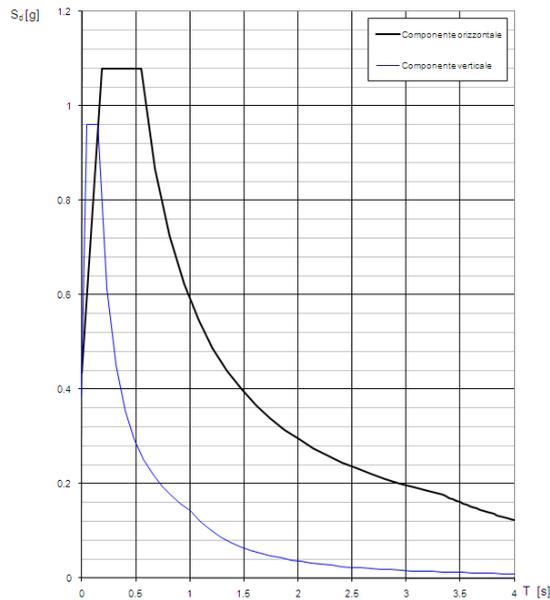
I parametri per gli spettri di risposta della componente verticale sono i seguenti:

	SLV
accelerazione verticale =	$a_g [g] = 0.387$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA	<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

fattore di amplificazione =	$F_0 = 2.478$
fattore di amplificazione =	$F_V = 2.207$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	$T_C = 0.150$
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	$T_B = 0.050$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	$T_D = 1.000$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$S_S = 1.000$
coefficiente topografico	$S_T = 1.000$
	$S = 1.000$

Grafici degli spettri di risposta



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4 IDROLOGIA E IDRAULICA

La fiumara Annunziata presenta andamento nord-ovest sud-est; il suo affluente in sinistra idrografica fiumara Ciccia presenta viceversa un orientamento indicativo nord-sud.

La futura area di svincolo verrà realizzata nei pressi della confluenza di un rio minore in sinistra nella fiumara Annunziata. In questa zona i corsi d'acqua non risultano sistemati e l'alveo coincide con le strade sterrate che percorrono il fondovalle.

La fiumara Annunziata a monte della confluenza con il rio laterale risulta contenuta da un lato da un muro in pietrame per un'altezza di 2,5-3 m e dall'altro dalla scarpata che presenta inclinazione 1/1; la sezione ha una larghezza di fondo di circa 5-6 m.

Il rio minore viceversa costeggia i muri di recinzione di vecchie abitazioni ora diroccate; ne deriva una sezione d'alveo a sezione rettangolare, di larghezza 3,5 m e altezza 3 m.

Dalla confluenza fino all'attraversamento della nuova viabilità di svincolo già realizzata, la fiumara scorre lungo la strada sterrata senza alcun tipo di sistemazione idraulica.

In corrispondenza dell'impalcato del ponte esistente, a lato della strada sterrata, è presente in destra il manufatto di imbocco da cui inizia il tratto sistemato; tale manufatto è costituito da una briglia in c.a., affiancata da uno scivolo, di altezza 2 m e larghezza 7 m. La sezione in questo primo tratto risulta contenuta da un argine in gabbioni in destra e da gabbioni con cordolo in c.a. sormontato da parapetto in sinistra, verso la strada.

Questo manufatto forma una piccola vasca che favorisce il deposito del materiale e lo sviluppo della vegetazione; trovandosi su un lato della strada può essere in parte aggirata in situazioni di piena.

In corrispondenza del ponticello poco più a valle, che segna l'inizio della canalizzazione esistente la sezione risulta compresa fra argini di gabbioni con cordoli in c.a. rivestiti in pietra, di larghezza 4 m e altezza 3,7 m; lateralmente sui due lati si sviluppa la viabilità comunale. Il tratto prosegue a valle e presenta 2 attraversamenti a soletta piana in c.a. a sezione rettangolare di larghezza 5 m e

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA</b>		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

altezza 2,7 m e due attraversamenti pedonali ad arco che superano la sezione corrente, fino all'imbocco del tratto tombato a monte della confluenza con la fiumara Ciccia. Il tombamento presenta una sezione di larghezza 5 m e altezza utile 2,70 m; ha una lunghezza di circa 280 m e una pendenza del 10%.

Il tratto tombato ritorna a cielo aperto a valle della confluenza con il Ciccia; la sezione qui risulta interamente rivestita in calcestruzzo, con una gaveta centrale di 0,5 m di altezza, fra muri di c.a., di larghezza 15 m e altezza 3,5 m dal fondo gaveta. Sono inoltre presenti salti di fondo frequenti a distanza regolare l'uno dall'altro.

Nel tratto a cielo aperto sono presenti 3 opere di attraversamento in c.a. a soletta piana di larghezza 15 m e altezza dal fondo gaveta di 3,5 m.

Nell'ultimo tratto prima dell'imbocco del tombamento, il rivestimento di fondo risulta completamente distrutto e ridotto a lastre di calcestruzzo frantumate e sconnesse. Il manufatto di imbocco mantiene le dimensioni della sezione corrente.

Lo sbocco avviene con una sezione in c.a. ad arco ribassato.

I risultati della simulazione idraulica eseguita per la configurazione geometrica ante operam (stato attuale) riferita al tempo di ritorno di 200 anni sono riportati nella Tabella 4.1 – Simulazione Tr 200 anni nella configurazione geometrica di stato attuale.

seguinte.

Sezione	Progressiva	Quota fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude
-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m <sup>3</sup> /s	m/s	m <sup>2</sup>	m	-
ANN-01	0.00	202.66	1.40	204.06	205.27	29.48	4.88	6.04	7.16	1.70
ANN-02	49.36	199.00	1.24	200.24	201.68	29.48	5.31	5.55	8.25	2.07
	92.28	194.04	1.02	195.06	196.26	29.48	4.85	6.08	12.12	2.19
ANN-03	110.39	191.71	0.84	192.55	193.19	29.48	3.54	8.32	18.67	1.69
ANN-04	160.15	187.20	1.09	188.29	189.17	29.48	4.15	7.10	11.08	1.66
	182.50	185.00	1.59	186.59	187.29	29.48	3.70	7.97	10.10	1.98
ANN-05	222.48	180.98	1.75	182.73	184.05	43.80	5.09	8.60	10.76	1.82
ANN-06	269.00	177.45	1.12	178.57	180.82	43.80	6.65	6.59	7.86	2.32
ANN-07	316.60	170.35	1.40	171.75	172.99	43.80	4.93	8.88	12.12	1.84

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sezione	Progressiva	Quota fondo alveo	Tirante	Livello idrico	Carico totale	Portata	Velocità	Area deflusso	Larghezza livello idrico	Froude
-	m	m s.m.	m	m s.m.	m s.m.	m <sup>3</sup> /s	m/s	m <sup>2</sup>	m	-
ANN-08	402.21	162.31	2.17	164.48	165.89	43.80	5.26	8.32	9.81	1.83
ANN-09	444.23	158.82	2.15	160.97	162.09	43.80	4.68	9.36	11.21	1.64
ANN-10	478.52	156.10	2.35	158.45	159.37	43.80	4.24	10.32	11.69	1.44
	522.76	154.01	2.09	156.10	157.25	43.80	4.75	9.23	9.04	1.88
ANN-11	578.95	148.78	2.18	150.96	152.16	54.97	4.86	11.31	9.19	1.40
	595.47	147.85	2.18	150.03	151.65	54.97	5.64	9.75	10.06	1.83
ANN-12	640.25	144.00	1.82	145.82	147.82	54.97	6.27	8.77	8.51	2.01
monte ponte	656.18	142.30	1.59	143.89	146.35	54.97	6.95	7.91	4.99	1.78
valle ponte - monte salto	673.90	140.40	1.47	141.87	144.75	54.97	7.52	7.31	4.99	2.07
valle salto	674.90	138.40	1.72	140.12	142.23	54.97	6.43	8.55	4.99	1.63
ANN-13 monte ponte	693.83	137.03	1.75	138.78	140.79	54.97	6.28	8.76	5.00	1.57
valle ponte	703.65	136.37	1.76	138.13	140.12	54.97	6.25	8.80	5.00	1.55
ANN-14	774.03	131.68	1.86	133.54	135.46	54.97	6.14	8.95	4.82	1.44
	785.40	131.11	1.73	132.84	135.35	54.97	7.01	7.84	5.21	1.82
ANN-15	878.05	122.71	2.07	124.78	126.57	54.97	5.92	9.28	4.76	1.37
monte ponte	887.96	122.15	2.08	124.23	125.81	54.97	5.56	9.88	4.75	1.24
valle ponte	897.96	121.58	2.18	123.76	125.19	54.97	5.31	10.36	4.75	1.15
ANN-16	908.40	120.98	2.35	123.33	124.49	54.97	4.78	11.51	4.90	1.00

Tabella 4.1 – Simulazione Tr 200 anni nella configurazione geometrica di stato attuale.

## Interventi di sistemazione idraulica in progetto

Il presente capitolo descrive sinteticamente gli interventi di sistemazione idraulica previsti sulla fiumara Annunziata.

I principi generali considerati nella progettazione sono i seguenti:

- dove possibile, prosecuzione delle sistemazioni idrauliche esistenti, mantenendo inalterati forma della sezione, tipologia dell'inalveazione, materiali impiegati e pendenza del fondo scorrevole; cambi di forma di sezione o di pendenza sono giustificati dalla conformazione del territorio e dalle conseguenti esigenze realizzative;
- profilo della sistemazione studiato in modo tale da limitare al massimo l'entità degli scavi e dei riporti di terra e da agevolare per quanto possibile le fasi costruttive;
- lunghezza della sistemazione ampliata fino a circa 5-10 m oltre lo scarico dei fossi di guardia

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

e delle vasche di trattamento delle acque di piattaforma, al fine di proteggere il corso d'acqua da potenziali fenomeni di erosione.

### **Intervento in progetto**

Il progetto Ponte prevede la sistemazione dell'alveo per il tratto di corso d'acqua interessato dall'interferenza con il viadotto della rampa 1 e dei viadotti delle due carreggiate autostradali, direzione Messina e Reggio Calabria. L'inalveazione inizia poco a valle di una strada di accesso ad alcune proprietà adiacenti e termina a valle dello scarico della vasca di trattamento delle acque di piattaforma.

La pista sterrata, attualmente coincidente con l'alveo della fiumara, verrà spostata a lato della sistemazione, garantendone la continuità, il collegamento con gli accessi laterali e la possibilità di accedere all'inalveazione per le operazioni di manutenzione.

In particolare, la sistemazione idraulica in progetto è costituita da 1 briglia di altezza 1,00 m e da due tratti di rivestimento di fondo, a monte di 45,00 m e a valle di 150,00 m; complessivamente, la lunghezza in asse dell'intervento è pari a 195,00 m.

L'inalveazione prevista presenta sezione rettangolare di 5,00 m di larghezza e 3,00 m di altezza, con pendenza di fondo costante del 7%.

Le briglie saranno realizzate in gabbioni metallici, così come le sponde e il rivestimento di fondo, per il quale è previsto uno spessore di 50 cm. Tra i gabbioni e il terreno sarà inserito un tessuto geotessile con funzioni di separazione, rinforzo e protezione del terreno naturale.

In corrispondenza dell'inizio e della fine della sistemazione si prevede la posa di un gabbione metallico di ammorsamento al fondo alveo naturale di dimensioni 1,00 m. Tra i gabbioni metallici e il terreno sarà inserito un tessuto geotessile con funzioni di separazione, rinforzo e protezione del terreno naturale.

Relativamente alle opere di intercettazione e scarico delle acque esterne gli interventi previsti riguardano gli scarichi delle acque di versante intercettati dai fossi di guardia da realizzarsi in corrispondenza dei portali delle 2 gallerie Balena II e Serrazzo e delle rampe dello svincolo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Annunziata.

Tali scarichi interesseranno entrambe le sponde della fiumara Annunziata e giungeranno a recapito attraversando i muri di sponda in gabbioni metallici della sistemazione idraulica in progetto di monte, mediante fossi di guardia rivestiti in calcestruzzo e mediante una tubazione in calcestruzzo di diametro 800 mm e, nel tratto di valle, attraversando sulla sponda sinistra i muri di sponda in gabbioni metallici della sistemazione esistente mediante una tubazione in calcestruzzo di diametro 800 mm e una tubazione in calcestruzzo di diametro 1500 mm.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA E DELLE FONDAZIONI

Il cavalcavia è composto da n.2 campate di luce massima pari a 32.0 m misurata tra gli assi di appoggio della pila e delle due spalle in cemento armato.

La larghezza della carreggiata stradale è pari a 9.00 m; sono previsti due cordoli laterali di larghezza pari a 0.8, sui quali sono impostati i montanti delle barriere di protezione.

L'impalcato è realizzato in struttura mista acciaio – calcestruzzo ed è composto da 3 travi longitudinali poste a interasse 3.7 m collegate da diaframmi intermedi a traliccio e diaframmi di testata ad anima piena posti a interasse massimo pari a circa 3.97 m misurato lungo l'asse principale. Le travi principali hanno sezione in profilo composto di altezza costante lungo lo sviluppo del viadotto pari a 1.8 m.

La collaborazione fra struttura metallica e soletta in c.a. è prevista per mezzo di connettori tipo Nelson saldati sull'estradosso delle piattabande superiori delle travi principali.

L'impalcato in c.a. è realizzato con getto in opera mediante l'impiego di predalles autoportanti di spessore 6 cm, munite di armature a traliccio e poggianti sulle ali superiori delle travi.

Una volta disposte le predalle si provvede alla posa dell'armatura longitudinale ed al completamento di quella trasversale e quindi, al getto della soletta fino agli spessori di progetto; la sezione trasversale della soletta presenta un'altezza costante pari a 30 cm (24 cm + 6 cm di predalles).

Complessivamente la struttura è stata suddivisa in 5 conci di lunghezza massima pari a 13.5 m, assemblati in cantiere con giunzioni saldate.

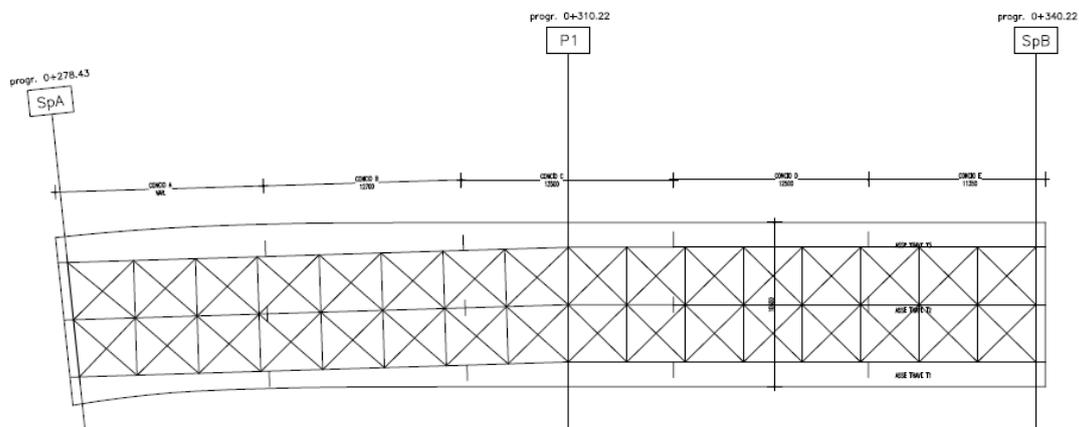


Figura 1 – Pianta

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

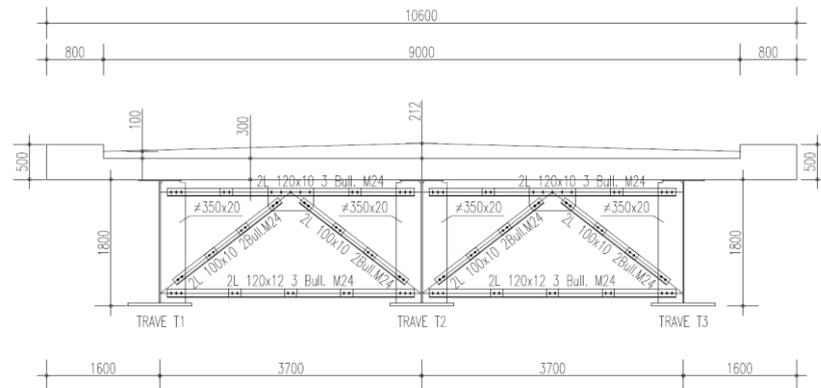


Figura 2 – Sezione trasversale tipica

## 5.1 Sottostrutture e fondazioni

Si sono previste fondazioni profonde, costituite da pali trivellati di grande diametro dalle seguenti caratteristiche:

### SPALLA A:

D: 1.50 m  
 Interasse: 4.50 m (3D)  
 Lunghezza: 26.00 m.  
 Numero: 12

### SPALLA B:

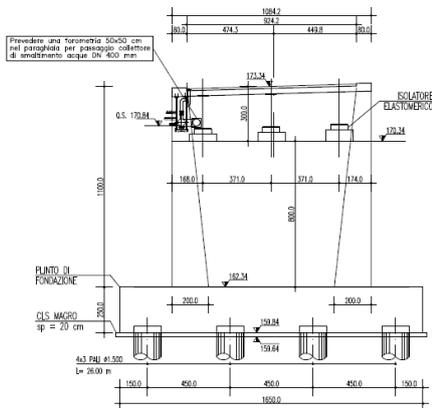
D: 1.50 m  
 Interasse: 4.50 m (3D)  
 Lunghezza: 24.00 m.  
 Numero: 12

### PILA:

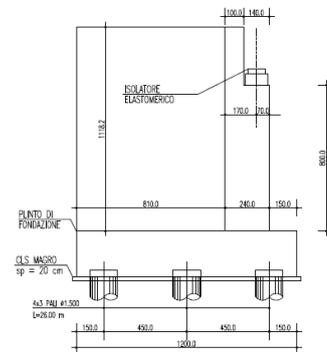
D: 1.50 m  
 Interasse: 4.50 m (3D)  
 Lunghezza: 28.00 m.  
 Numero: 8

Nelle figure successive si riporta la disposizione planimetrica dei pali per le tipologie di fondazione considerate.

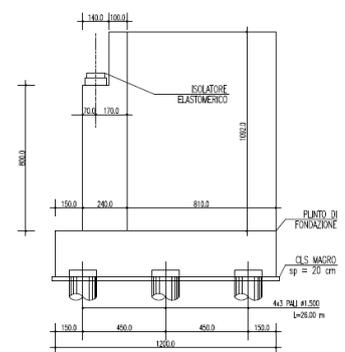
SPALLA SpA  
PROSPETTO A - A  
Scala 1:100



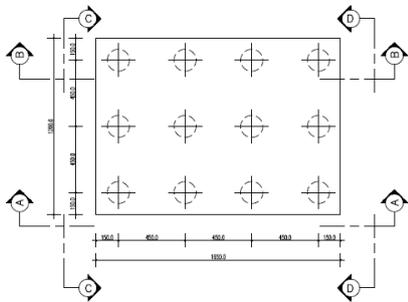
SPALLA SpA  
VISTA LATERALE C-C  
Scala 1:100



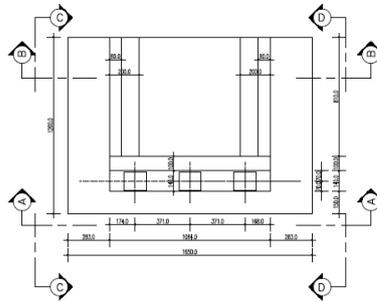
SPALLA SpA  
VISTA LATERALE D-D  
Scala 1:100



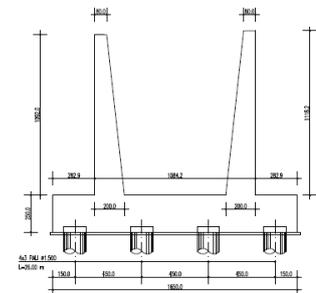
SPALLA SpA  
PIANTA PALI DI FONDAZIONE  
Scala 1:100



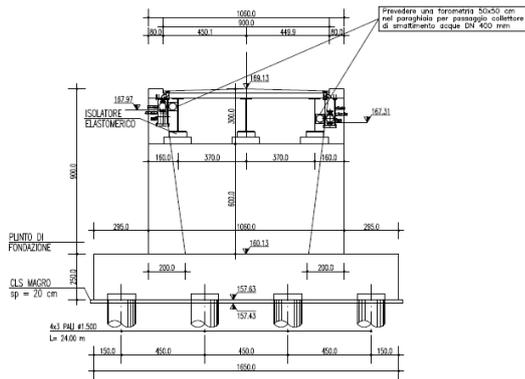
SPALLA SpA  
PIANTA SPICCATO  
Scala 1:100



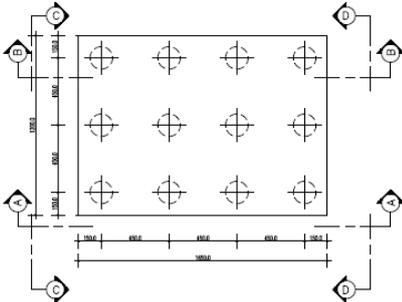
SPALLA SpA  
SEZIONE B - B  
Scala 1:100



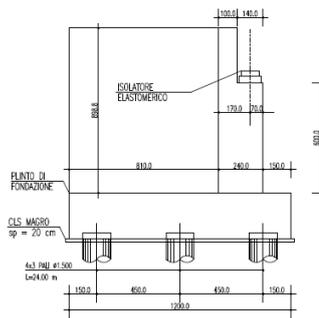
SPALLA SpB  
PROSPETTO A - A  
S2A 1:100



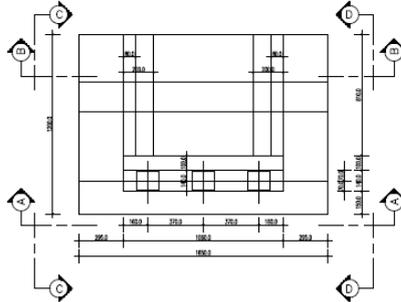
SPALLA SpB  
PIANTA PALI DI FONDAZIONE  
S2A 1:100



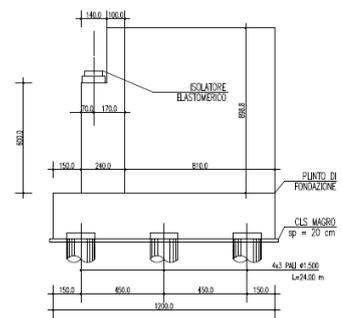
SPALLA SpB  
VISTA LATERALE C-C  
S2A 1:100



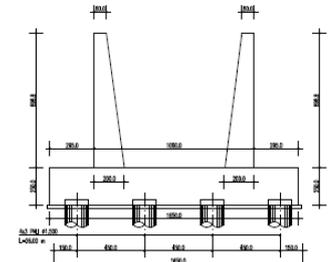
SPALLA SpB  
PIANTA SPICCATO  
S2A 1:100



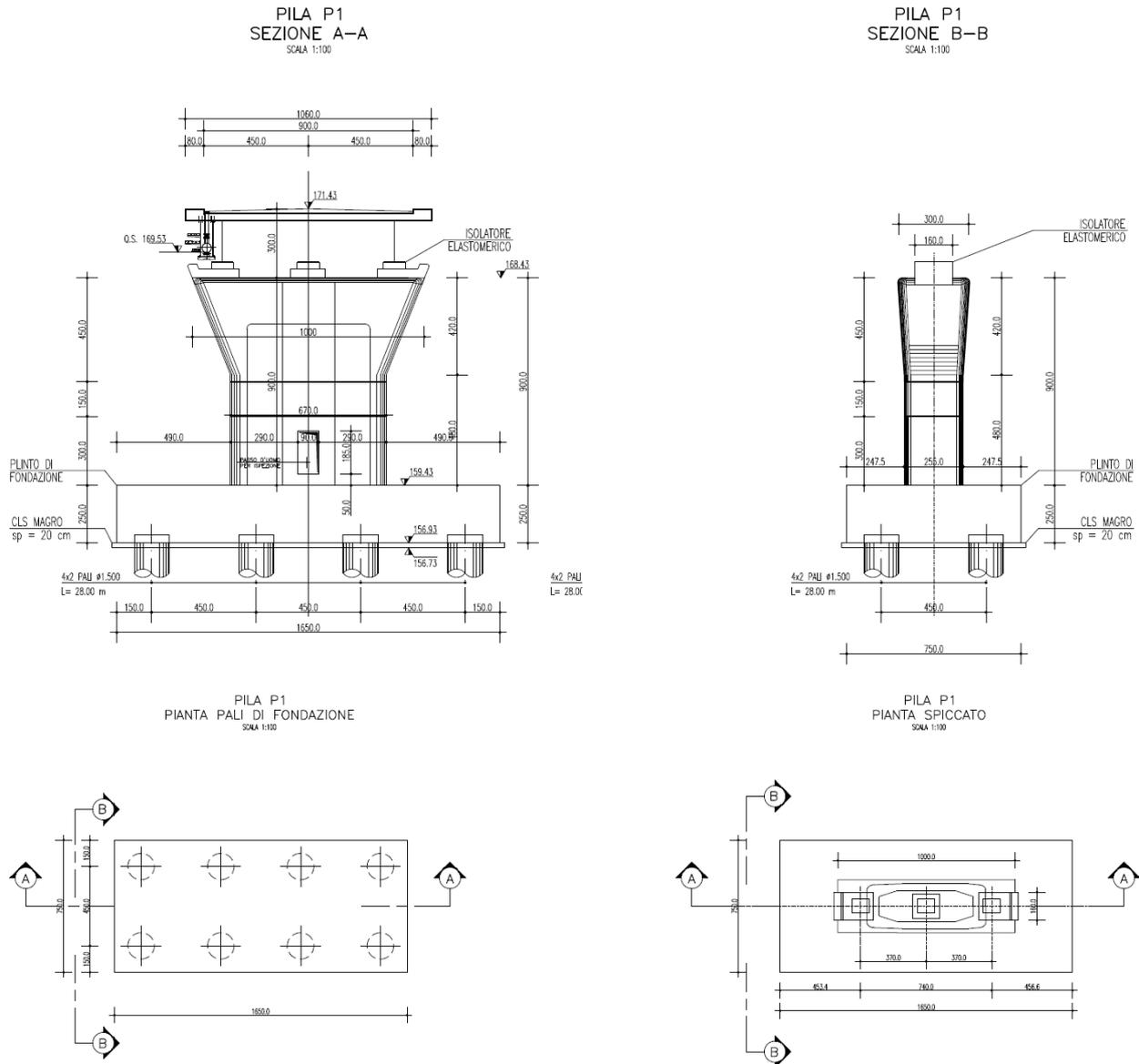
SPALLA SpB  
VISTA LATERALE D-D  
S2A 1:100



SPALLA SpB  
SEZIONE B - B  
S2A 1:100



**Figura 3 – Fondazione - Spalle A e B Cavalcavia Rampa 1**



**Figura 4 – Fondazione - Pila Cavalcavia Rampa 1**

La falda è stata posta nei calcoli ad un livello di 150 m s.m.m. (le profondità rispetto al piano campagna locale di ciascuna opera sono riportate successivamente nelle tabelle di calcolo).

Come precedentemente osservato, si è fatto riferimento alla stratigrafia ricavata dal sondaggio S437, posto in vicinanza delle opere di progetto. La quota di esecuzione del sondaggio è di 165.1 m s.m.m. Si è considerato che il piano campagna locale sia mediamente posto a circa 5-6 metri dal piano di posa dei plinti di collegamento dei pali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 CONDIZIONI AMBIENTALI E SISMICITA' DELLA ZONA

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  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.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano attribuendo ad:

$a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica;

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante

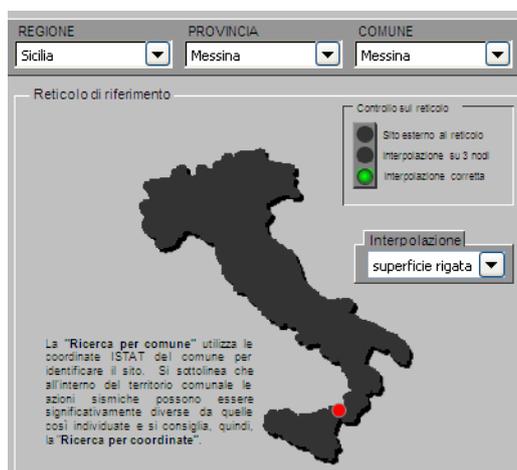
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		Codice documento SS0819_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev</td> <td style="width: 50%;">Data</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{200}{\ln(1 - 0.1)} = 1.898 \text{ anni}$$

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri che caratterizzano il Comune di Messina:



$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.061	2.364	0.277
50	0.081	2.318	0.294
72	0.099	2.305	0.312
101	0.118	2.319	0.319
140	0.139	2.343	0.326
201	0.166	2.361	0.334
475	0.247	2.411	0.359
975	0.336	2.446	0.384
2475	0.482	2.491	0.432

### 6.1.1 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; mentre conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

#### 6.1.1.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione: "Grandi opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" (paragrafo 2.4 delle 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008").

La vita nominale si assume pertanto pari a  **$V_N = 100$  anni**.

#### 6.1.1.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità..... Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico."

Il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a  **$c_U = 2,0$  anni**.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 6.1.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  ottenuto moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

Considerando il manufatto in classe d'uso IV (secondo 2.4.2 D.M. 14/01/2008 e par. 5.2 Relazione Sismica), si ottiene:

$$V_R = V_N \times C_U = 200 \text{ anni}$$

dove:  $V_N = 100$  anni vita nominale (Tab. 2.3.I D.M. 14/01/2008)

$C_U = 2$  coefficiente d'uso per classe d'uso IV (Tab. 2.3.II D.M. 14/01/2008)

### 6.1.1.4 STATO LIMITE CONSIDERATO

Ai fini del progetto e della verifica delle strutture per gli stati limite ultimi lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV (riferito alla probabilità di superamento  $P_{VR}$  pari al 10% nel periodo di riferimento  $V_R$ ).

### 6.1.1.5 PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV

La forma spettrale è definita in funzione dei seguenti parametri:

Categoria suolo  $C$

Categoria topografica:  $T_1$

I parametri per gli spettri di risposta della componente orizzontale allo SLV sono i seguenti:

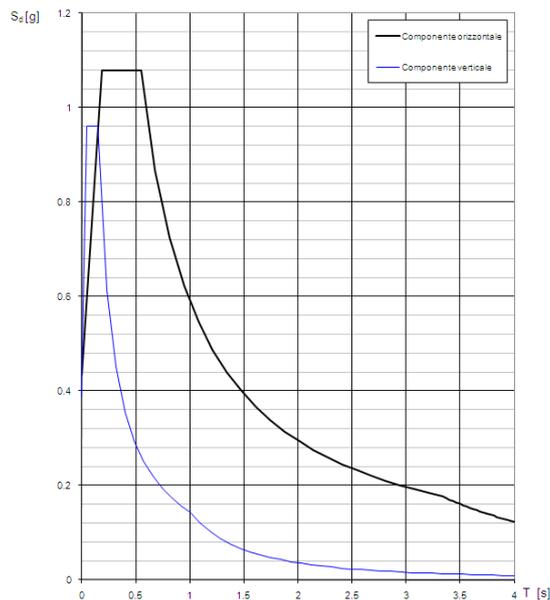
accelerazione orizzontale =	$a_q [g] = 0.435$
fattore di amplificazione =	$F_0 = 2.478$
periodo di inizio =	$T_C^* = 0.418$
fattore di amplificazione =	$F_V = 2.207$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	$T_C = 0.585$
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	$T_B = 0.195$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	$T_D = 3.340$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$C_C = 1.401$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$S_S = 1.053$
coefficiente topografico	$S_T = 1.000$
	$S = 1.053$

I parametri per gli spettri di risposta della componente verticale sono i seguenti:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA	<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	SLV
accelerazione verticale =	$a_q [g] = 0.387$
fattore di amplificazione =	$F_0 = 2.478$
fattore di amplificazione =	$F_V = 2.207$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	$T_C = 0.150$
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	$T_B = 0.050$
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	$T_D = 1.000$
coefficiente dipendente dalla categoria del suolo	$S_S = 1.000$
coefficiente topografico	$S_T = 1.000$
	$S = 1.000$

### Grafici degli spettri di risposta



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## **7 INTERFERENZE CON SERVIZI E/O INFRASTRUTTURE ESISTENTI**

Nella zona direttamente interessata dalla realizzazione dell'opera in esame non sono presenti impianti interferenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## **8 FUNZIONALITA' DELL'OPERA E RISPONDENZA AGLI SCOPI PER CUI E' STATA CONCEPITA**

L'opera risulta funzionale e rispondente agli scopi per cui è stata concepita, in quanto consente la continuità dell'asse stradale in progetto a scavalco degli assi stradali principali in direzione Messina e Reggio Calabria. Essa risulta coerente per dimensioni e caratteristiche al resto delle opere ed è stata progettata e dimensionata in ossequio alle normative vigenti e alle esigenze del committente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9 ASPETTO ESTETICO ED ECONOMICO

Per quanto riguarda l'aspetto estetico generale delle opere si è adottata la medesima tipologia di quelle della DG87 in Calabria, come concordato con Eurolink. Nella fattispecie, l'opera in questione presenta spalle in calcestruzzo sulle quali poggia un impalcato in acciaio a tre travi ad "I" con soletta collaborante. Le scelte tecniche operate hanno preso in considerazione diverse alternative possibili, le quali sono state confrontate tra loro, sulla base dei dati di input (normativa, sismica, geologia, durabilità, manutenibilità, ecc.) ed è stata scelta quella che, a parità di prestazioni attese, risultava quella col miglior rapporto economico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10 FASI COSTRUTTIVE

Le fasi costruttive per l'esecuzione dell'opera in oggetto sono le seguenti:

- Scavo di sbancamento;
- Realizzazione opere provvisorie;
- Scavo di fondazione;
- Realizzazione pali di grande diametro;
- Costruzione di pile e spalle;
- Messa in opera del sistema di appoggi;
- Varo dell'impalcato metallico;
- Posa in opera predalle e armatura;
- Getto della soletta di impalcato;
- Getto dei cordoli in c.a.;
- Realizzazione opere di finitura (pavimentazione, barriere di sicurezza, reti di protezione ecc.).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 MATERIALI IMPIEGATI

### 11.1 CALCESTRUZZI (Secondo UNI 11104 - 2004)

#### Per sottofondazioni

classe di resistenza

C12/15

classe di esposizione

XC0

#### Per pali gettati in opera

classe di resistenza

C25/30

modulo elastico

$E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 32.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione ( valore medio )

$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)

$f_{ctk,5\%} = 1.79 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione per flessione

$f_{ctfm} = 3.07 \text{ N/mm}^2$

tensione a SLE – combinazione rara

$\sigma_c = 14.94 \text{ N/mm}^2$

tensione a SLE – combinazione quasi permanente

$\sigma_c = 11.20 \text{ N/mm}^2$

copriferro

$C = 60 \text{ mm}$

classe di esposizione

XC2

classe di consistenza slump

S4-S5

max dimensione aggregati

$D_{max} = 32 \text{ mm}$

rapporto A/C massimo

0.50

#### Fondazioni pile e spalle

classe di resistenza

C25/30

modulo elastico

$E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza media a compressione cilindrica

$f_{cm} = 32.90 \text{ N/mm}^2$

resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$

resistenza a trazione ( valore medio )

$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)

$f_{ctk,5\%} = 3.07 \text{ N/mm}^2$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3.07	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	14.94	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	11.20	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	40	mm
classe di esposizione			XC2
classe di consistenza slump			S4
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	32	mm
rapporto A/C massimo			0.50

### **Solette di transizione**

classe di resistenza			<b>C25/30</b>
modulo elastico	$E_c \square =$	31447	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	24.90	N/mm <sup>2</sup>
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} =$	32.90	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	14.11	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} =$	2.56	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)	$f_{ctk,5\%} =$	1.79	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3.07	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	14.94	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	11.20	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	30	mm
classe di esposizione			XC2
classe di consistenza slump			S3
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	32	mm
rapporto A/C massimo			0,50

### **Baggioli e ritegni sismici**

classe di resistenza			<b>C32/40</b>
modulo elastico	$E_c \square =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} =$	41.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} =$	3.10	N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Rev</th> <th style="text-align: center;">Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)	$f_{ctk,5\%} =$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione per flessione	$f_{cfm} =$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	19.92	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	14.94	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	35	mm
classe di esposizione		XS1	XF2
classe di consistenza slump		S4	
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	20	mm
rapporto A/C massimo		0.50	

### **Elevazioni pila, spalle, muri, paragliaia**

classe di resistenza		<b>C32/40</b>	
modulo elastico	$E_c =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} =$	41.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} =$	3.10	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)	$f_{ctk,5\%} =$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione per flessione	$f_{cfm} =$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	19.92	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	14.94	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	45	mm
classe di esposizione		XC4	XS1    XF2
classe di consistenza slump		S4	
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	32	mm
rapporto A/C massimo		0.50	

### **Soletta di impalcato**

classe di resistenza		<b>C32/40</b>	
modulo elastico	$E_c =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} =$	41.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} =$	3.10	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)	$f_{ctk,5\%} =$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	19.92	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	14.94	N/mm <sup>2</sup>
copriferro estradosso	$C =$	40	mm
classe di esposizione		XF4	XS1
classe di consistenza slump		S4	
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	20	mm
rapporto A/C massimo		0.50	

### **Cordoli di impalcato**

classe di resistenza		<b>C32/40</b>	
modulo elastico	$E_c =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} =$	41.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} =$	3.10	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)	$f_{ctk,5\%} =$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	19.92	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	14,94	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	40	mm
classe di esposizione		XS1	XF2
classe di consistenza slump		S4	
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	20	mm
rapporto A/C massimo		0.5	

### **Opere provvisionali**

classe di resistenza		<b>C32/40</b>	
modulo elastico	$E_c =$	33643	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	33.20	N/mm <sup>2</sup>
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} =$	41.20	N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} =$	3.10	N/mm <sup>2</sup>
resistenza caratteristica a trazione (frattile al 5%)	$f_{ctk,5\%} =$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3.72	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C =$	19.92	N/mm <sup>2</sup>
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C =$	14,94	N/mm <sup>2</sup>
copriferro	$C =$	40	mm
classe di esposizione		XS1	XF2
classe di consistenza slump		S4	
max dimensione aggregati	$D_{max} =$	20	mm
rapporto A/C massimo		0.5	

Per il calcestruzzo ordinario armato si assume il seguente peso per unità di volume:

$$\rho'_{cls} = \boxed{25} \text{ kN/m}^3$$

## 11.2 ACCIAIO PER ARMATURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO (secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)

		<b>B450C</b>	
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} =$	391.30	N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico	$E_s =$	206.000	N/mm <sup>2</sup>
deformazione caratteristica al carico massimo	$\epsilon_{uk} =$	7.50	%
deformazione di progetto	$\epsilon_{ud} =$	6.75	%
coeff. resistenza a instabilità delle membrature	$\gamma_m =$	1.10	

## 11.3 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO

Elementi composti per saldatura:

acciaio S355 J2G3 (ex 510 D) per spessori  $\leq 40$  mm (UNI EN 10025)

acciaio S355K2G3 (ex 510 DD) per spessori  $> 40$  mm (UNI EN 10025)

Elementi non saldati:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

acciaio S355 JO (ex 510 C) (UNI EN 10025)

Entrambi gli acciai devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 14.01.2008, dovendo presentare le seguenti caratteristiche (Tabella 11.3.IX, D.M. 14.01.2008):

Spessore nominale dell'elemento			
t ≤ 40		40 mm < t ≤ 80 mm	
f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]
355	510	335	470

Per la verifica in campo elastico, la resistenza di calcolo dell'acciaio si è assunta pari a :

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M}$$

essendo

$\gamma_M$  = coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

	Elemento o tipo di verifica	$\gamma_M$
Per il materiale	Sezioni di classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1.05$
	Fenomeni di instabilità	$\gamma_{M1} = 1.1$
	Resistenza delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1.25$
	Per i collegamenti	Bulloni
Saldature		$\gamma_{M2} = 1.25$

Si sono utilizzati i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo di elasticità  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità tangenziale  $G = E / (2 \times (1 + \nu)) = 80769 \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson  $\nu = 0.3$
- coefficiente di espansione termica  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$
- densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Tutte le giunzioni per l'assemblaggio dei conci delle travi portanti saranno di tipo saldato a completa penetrazione. I diaframmi intermedi e di spalla saranno collegati alle travi principali attraverso giunzioni bullonate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.4 BULLONI

UNI EN 3740 e 20898 parte I e parte II

- viti classe 10.9 (UNI EN ISO 898-1:2001)
- tensione di rottura a trazione  $f_t = 1000$  MPa
- tensione di snervamento  $f_y = 900$  MPa
- dadi classe 10 (UNI EN 20898-2:1994)
- rosette C50 EN 10083 (HRC 32-40) (UNI EN 10083-2:2006)

I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite verso l'alto ed il dado verso il basso ed avranno una rosetta sotto la vite ed una sotto il dado.

Fori per bulloni secondo D.M. 14/01/2008.

## 11.5 PIOLI CON TESTA TIPO "NELSON"

Secondo UNI EN ISO 13918 e DM 14/01/2008

Pioli tipo Nelson  $\phi = 19 - H = 0.6 * H$  soletta (se non diversamente indicato negli elaborati grafici)

Acciaio ex ST 37-3K (S235J2G3 + C 450)

Snervamento:  $f_y > 350$  MPa

Rottura:  $f_u > 450$  MPa

Allungamento:  $A \geq 15\%$

Strizione:  $Z \geq 50\%$

## 11.6 SALDATURE

Le saldature dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni del D.M. 14.01.2008. Tutte le giunzioni per l'unione dei conci delle travi principali saranno eseguite con saldature testa a testa a completa penetrazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## **12 PREDISPOSIZIONI PER IMPIANTI E PER SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE**

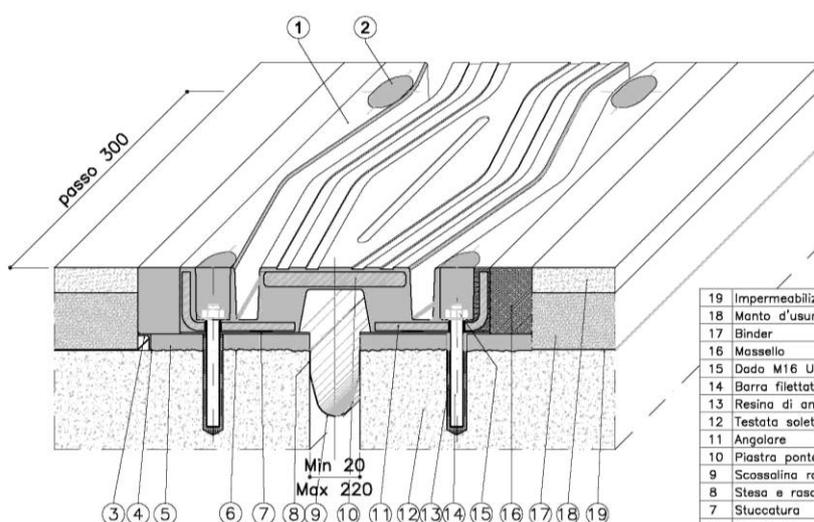
Gli impianti corrono al di sotto della soletta, entro apposite canalette metalliche sorrette da una serie di mensole portate da elementi metallici verticali fissati alla soletta stessa con tasselli ad espansione; questi elementi reggono anche il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma, costituito da un collettore nel quale esse vengono convogliate, attraverso una serie di caditoie e di tubazioni verticali raccordate mediante l'interposizione di un giunto flessibile a compensazione delle dilatazioni e degli spostamenti reciproci delle varie parti del sistema.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><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						

### 13 GIUNTI DI DILATAZIONE E COSTRUZIONE

In corrispondenza delle spalle, a livello della soletta d'impalcato, sono previsti giunti di dilatazione per assorbire gli spostamenti relativi dell'impalcato, opportunamente dimensionati in base all'entità calcolata di questi ultimi.

#### GIUNTO DI DILATAZIONE ± 100mm



19	Impermeabilizzazione impalcato	
18	Manto d'usura	
17	Binder	
16	Massello	EPOBLOCK ME 3C
15	Dado M16 UNI 5587	Classe 8 EN 20898
14	Barra filettata M16x160	Classe B7 ASTM
13	Resina di ancoraggio	Primer P 150
12	Testata soletta	
11	Angolare	S235JR EN 10025
10	Plastra ponte	S355J2G3 EN 10025
9	Scossalina raccolta acque sp. 1.2 mm	Hypalon
8	Stesa e rasatura stucco pareti vert.	S FIP 180
7	Stuccatura	S FIP 180
6	Bocciardatura e mano d'attacco	Primer P 150
5	Alettamento in malta	EPOBLOCK ME 3C
4	Stuccatura	S FIP 180
3	Profilo di drenaggio a "L"	X5 CrNi 1810 EN 10088
2	Sigillatura	EPOBLOCK ME sigillante
1	Elemento modulare	Gomma vulc.60±5 Sh/A
POS.	DESCRIZIONE - DIMENSIONI	MATERIALE

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA</p>		<p><i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

## **14 SCALE PASSERELLE E PASSI D'UOMO PER ISPEZIONE**

Non previsti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
SCHEDA RIASSUNTIVA DI RINTRACCIABILITÀ DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> SS0819_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 15 ELEMENTI DI ARREDO STRADALE

Sui due lati del viadotto sono presenti barriere di sicurezza metalliche tipo H4-W5 bordo ponte, complete, ove occorrente, degli opportuni elementi di transizione.