

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

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

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

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

<p><i>Unità Funzionale</i>  <i>Tipo di sistema</i>  <i>Raggruppamento di opere/attività</i>  <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>  <i>Titolo del documento</i></p>	<p>OPERA DI ATTRAVERSAMENTO                  SISTEMI SECONDARI                  ARTICOLAZIONI                  Ammortizzatori                  Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari</p>	<p><b>PS0192_F0</b></p>
---	---	-------------------------

CODICE	C G 1 0 0 0 P S P D P S S A 0 A M 0 0 0 0 0 0 0 2 F0
--------	--

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20-06-2011	EMISSIONE FINALE	HPJE	OVS	SOLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

## INDICE

INDICE .....	3
1 Introduzione .....	5
1.1 Il Progetto .....	5
1.2 Scopo .....	5
1.3 Riferimenti .....	6
1.3.1 Specifiche di progetto .....	6
1.3.2 Specifiche dei materiali .....	7
1.3.3 Disegni .....	7
2 Nomenclatura .....	8
3 Progettazione del costruttore .....	8
3.1 Principi di progettazione e obiettivi di prestazione .....	8
3.2 Carichi .....	10
3.3 Movimenti e rotazioni della struttura primaria del ponte .....	10
3.4 Prestazione relativamente all'utilizzo ferroviario .....	11
3.5 Applicabilità .....	11
3.6 Geometria esistente .....	11
3.7 Scarti .....	12
3.8 Fissaggi e supporto rotaie .....	12
3.9 Controrotaie .....	13
3.10 Scarico del peso delle ruote .....	14
3.11 Rumore e vibrazioni .....	14
3.12 Continuità elettrica e protezione contro le correnti parassite .....	14
3.13 Accesso .....	15
4 Materiali ed esecuzione .....	15
4.1 Generalità .....	15
4.2 Struttura di supporto delle rotaie .....	15
4.3 Componenti del gruppo rotaie .....	16
4.4 Giunti nei gruppi rotaie .....	16
5 Prove .....	17
5.1 Prototipi e prove .....	17
6 Montaggio e test run .....	19

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

6.1	Procedure di montaggio .....	19
6.2	Test run del ponte e manutenzione .....	19
7	Post-montaggio.....	20
7.1	Istruzioni operative e di manutenzione .....	20
7.2	Disegni e documenti as-built .....	22
7.3	Addestramento del personale.....	23
7.4	Parti di ricambio.....	24
7.5	Utensili speciali.....	24
8	Presentazioni.....	24
8.1	Presentazioni del progetto.....	24

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

# 1 Introduzione

## 1.1 Il Progetto

Il Ponte sullo stretto di Messina collegherà lo stretto tra la Calabria sul continente italiano e la Sicilia. L'attraversamento del ponte sospeso si avvarrà di una campata principale di 3.300 m che sarà la più lunga al mondo mai costruita.

Il ponte sarà costituito da quattro corsie contrassegnate per il traffico stradale, due corsie di emergenza e due linee ferroviarie. La superstruttura del ponte comprende tre cassoni metallici indipendenti sull'impalcato ortotropico, uno per ciascuna delle strade che collegano la Sicilia all'Italia ed uno per la ferrovia. I tre cassoni sono collegati da traversi metallici intervallati ad una distanza di 30 m. La superstruttura è sostenuta da coppie di pendini collegati a ciascuna estremità dei traversi. I pendini sono collegati a coppie di cavi principali su ciascun lato del ponte (quattro cavi principali), dove ciascun cavo principale ha un diametro di 1,24 m. I cavi principali sono ancorati a ciascuna estremità del ponte con pesanti blocchi di ancoraggio di cemento armato. I cavi principali sono supportati da due torri in acciaio principali, ciascuna alta 399 m al di sopra del livello del mare. Le torri principali poggiano su fondazioni post-tese in cemento armato, che poggiano a loro volta su formazioni rocciose sottostanti.

## 1.2 Scopo

La presente specifica di prestazione indica i requisiti previsti per la progettazione, la realizzazione, il montaggio ed i collaudi dei quattro giunti d'espansione ferroviari di ciascun binario sul Ponte di Messina. Le posizioni dei giunti sono le seguenti:

- Campate di avvicinamento Calabria/struttura terminale (E7);
- Struttura terminale /ponte sospeso (E4);
- Ponte sospeso/struttura terminale in Sicilia (E4);
- Struttura terminale/campate di avvicinamento Sicilia (E5).

Lo scopo dei lavori può essere riassunto come segue:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Progetto: progettazione dettagliata dei giunti di espansione ferroviari e relative parti comprendente la presentazione di calcoli di progetto, disegni d'officina e di montaggio e dettagli per la supervisione.
- Realizzazione e prove: realizzazione, montaggio, ispezione dei lavori e prove di omologazione in condizioni di marcia simulate; smontaggio, ispezione e re-ispezione del prototipo.
- Installazione e test run: installazione sul Ponte di Messina, collegamento ai binari, prove e regolazioni in cantiere.
- Post-installazione: fornitura di parti di ricambio, istruzioni di funzionamento e manutenzione, documenti as-built ed addestramento personale.

I disegni di riferimento mostrano solo una disposizione di principio dei giunti di espansione. Nei disegni d'offerta è indicato un fabbricante specifico dei giunti, potranno tuttavia essere proposti altri fabbricanti. In tal caso, i disegni d'offerta potranno essere soggetti a modifiche.

## 1.3 Riferimenti

### 1.3.1 Specifiche di progetto

- 1 GCG.G.02.01 rev.0. Realizzazione dei collegamenti stradali e ferroviari: Norma per l'esecuzione dei lavori civili - infrastrutture stradali e ferroviarie. Stretto di Messina, 6 luglio 2004.
- 2 GCG.G.03.04. Lavori diversi Sezione 2. Stretto di Messina, 15 luglio 2010,
- 3 CG.10.00-P-RG-D-P-GE-00-00-00-00-02-A - "Manuale applicativo riferito ai fondamenti progettuali" COWI 2010
- 4 GCG.F.05.03 rev. 1. Specifiche tecniche per il progetto finale ed esecutivo del ponte - Requisiti e linee guida per lo sviluppo del progetto. Stretto di Messina, 22 ottobre 2004.
- 5 GCG.G.03.02. Specifiche tecniche per la costruzione del ponte sospeso - Carpenterie metalliche e rivestimenti di protezione, Stretto di Messina, 30 luglio 2004.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

### 1.3.2 Specifiche dei materiali

- 6 EN ISO 12944:2000. Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- 7 EN 13674-1:2003. Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above
- 8 EN 13481-5:2002. Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 5: Fastening systems for slab track
- 9 EN 10025-1:2004 Hot-rolled products of structural steels
- 10 EN 10164:1993 Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product – Technical delivery conditions.
- 11 EN ISO 898-1:2001 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1:1999).
- 12 EN 20898-2:1994 Mechanical properties of fasteners – Part 2: Nuts with special proof load values – coarse thread (ISO 898-2:1992).
- 13 UNI EN 14399-3:2005 High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 3: System HR - Hexagon bolt and nut assemblies
- 14 EN ISO 14555:1998 Welding-Arc stud welding of metallic materials.

### 1.3.3 Disegni

- 15 GC10.00-P-DX-D-P-SS-A0-GE-00-00-00-01-A. Sistema d'articolazione - Giunti d'espansione, vista d'insieme
- 16 GC10.00-P-DX-D-P-SS-A0-AP-00-00-00-01-A. Sistema d'articolazione - Appoggi del Ponte, Vista d'insieme

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

## 2 Nomenclatura

Verranno applicate le seguenti definizioni:

- "Struttura primaria del ponte " - elementi di supporto dei carichi strutturali per la parte del ponte sospesa o la struttura terminale del Ponte di Messina.
- "Giunto d'espansione ferroviario " - comprende gli insiemi e le strutture di supporto delle rotaie ed i giunti di dilatazione della rotaie.
- "Gruppo rotaie " - in un giunto d'espansione ferroviario, l'insieme delle rotaie, controrotaie, fissaggi per rotaie, piastre d'appoggio e fissaggi per le piastre d'appoggio.
- "Struttura di supporto delle rotaie" - in un giunto d'espansione ferroviario, la struttura che provvede al supporto diretto del gruppo rotaie e trasferisce i carichi alla struttura primaria del ponte. Ciò comprenderà qualsiasi fissaggio e/o appoggio necessario per posizionare ed articolare il giunto .
- "Giunto di dilatazione delle rotaie " - il giunto in cui la rotaia può assorbire i movimenti.
- "Carichi" - forze esterne applicate al giunto ferroviario e deformazioni imposte causate da una limitazione di movimento dovuta a variazioni di temperatura, da rotazioni e movimenti derivanti da deformazione della struttura primaria del ponte.

## 3 Progettazione del costruttore

### 3.1 Principi di progettazione e obiettivi di prestazione

- 1 La progettazione dei giunti ferroviari proposta dal costruttore dovrà essere la stessa usata in condizioni di grossi movimenti e simili con risultati soddisfacenti per un periodo di almeno 5 anni. E' importante che il tipo di giunto abbia dimostrato di dare risultati positivi in condizioni d'usura estrema simili a quelle previste per questo ponte. Il costruttore sottoporrà un elenco di referenze dei giunti proposti.
- 2 I giunti ferroviari dovranno essere progettati in modo tale da garantire che i movimenti rotazionali, longitudinali o altri dell'impalcato del ponte causati da carichi sovrainposti,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

condizioni atmosferiche, variazioni di temperatura o altro, il tutto calcolato sulla base dei criteri di progettazione specificati nel presente documento e nelle specifiche indicate al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** non influenzino negativamente la sicurezza, il comfort o la frequenza delle normali attività ferroviarie.

- 3 Si dovrà fare in modo di collocare il movimento relativo tra la rotaia sul cassone di transizione e la rotaia sull'impalcato principale. Nel caso in cui il progetto del costruttore preveda degli interruttori di regolazione, la loro progettazione, fornitura ed installazione faranno parte dello scopo del lavoro. Si intende altresì che i dispositivi di rimessa in binario vengano localizzati immediatamente all'interno di ciascun giunto ferroviario ed il più vicino possibile all'estremità interna della controrotaia continua. Il costruttore dovrà tener conto di tutti questi requisiti e dovrà inserirli nell'interruttore di regolazione o nel progetto degli scivoli di immissione vagone o nella costruzione in modo da garantire che i giunti rispondano ai loro criteri di progetto e di prestazione.
- 4 Le normali attività ferroviarie, per le quali verranno progettati i giunti di espansione, comprenderanno la possibilità che i treni sull'uno o l'altro binario funzionino in retromarcia, si avvicinino o si sorpassino nel punto in cui si trovano i giunti di espansione oppure che un treno si trovi sul giunto d'espansione mentre l'altro si trova nella posizione più sfavorevole per il movimento della struttura primaria del ponte.
- 5 La struttura di supporto dei binari dovrà avere una vita di progetto di 200 anni ad eccezione dei componenti d'usura comprendenti appoggi e fissaggi che dovranno avere una durata di servizio di min. 15 anni prima di essere sottoposti alla prima manutenzione importante. Il gruppo rotaie dovrà essere progettato, costruito ed installato secondo i requisiti di prestazione indicati con una durata di servizio, in presenza di una normale manutenzione, non inferiore a 15 anni prima della sostituzione dei binari.
- 6 La progettazione, costruzione ed installazione dovranno garantire che non si verifichi un'eccessiva usura dei componenti del gruppo rotaie dovuta a erosione (ripetuti movimenti di piccola ampiezza). Anche in questo caso si applicherà quanto detto più sopra per la durata di servizio del gruppo rotaie. Per ogni superficie scorrevole si dovranno definire le sollecitazioni da contatto, i materiali, le finiture superficiali ed i requisiti di lubrificazione. Ai fini della progettazione, si può assumere come movimento longitudinale cumulativo a livello di rotaia il valore annuo indicato nella Tabella 1 (media superiore ai primi 15 anni).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- 7 La manutenzione dei giunti ferroviari non dovrà interferire con le normali attività ferroviarie, che verranno pregiudicate nel caso in cui le prese di possesso per manutenzione da parte dell'operatore ferroviario siano insufficienti per eseguire una manutenzione dei giunti tale da garantire il loro continuo utilizzo con la frequenza, alla capacità e velocità programmate per i treni aventi le caratteristiche di materiale rotabile previsto a causa di un'eccessiva usura o rottura o di mancanza di misure adeguate per l'accesso o la sostituzione dei giunti o loro parti. (Per normali prese in consegna per manutenzione si intendono quelle di routine previste per la normale manutenzione dei binari che non impattano sul traffico dei treni programmato e inoltre quella necessaria per la sostituzione dei binari al termine della loro vita di servizio).
- 8 Ove possibile, si dovrà garantire la compatibilità delle misure di manutenzione previste per i gruppi rotaie con il lavoro cui sono chiamati i binari sul Ponte di Messina.
- 9 Il requisito secondo il quale i giunti ferroviari dovranno essere progettati, costruiti ed installati con la piena soddisfazione delle autorità ferroviarie avrà la precedenza.
- 10 La linea dovrà essere conforme con il requisito della categoria II del TSI per l'alta velocità (linee particolarmente adatte per l'alta velocità) dell'ordine di  $V=200\text{km/h}$ , anche se la velocità di progetto sarà limitata a  $120\text{ km/h}$ .

### 3.2 Carichi

- I carichi dei giunti ferroviari saranno quelli definiti in [4] para. 5. Dovranno inoltre essere considerati e trattati come carichi dinamici secondari i carichi derivanti dalle caratteristiche operative dei giunti ferroviari.
- I fattori di carico parziale e le combinazioni di carico da utilizzare per la progettazione dei giunti ferroviari saranno quelli indicati in [4] para. 6.
- I fattori di impatto da utilizzare sui carichi imposti sui giunti sono indicati in [5] para. 10.5 e 10.8.

### 3.3 Movimenti e rotazioni della struttura primaria del ponte

- I giunti di espansione ferroviari saranno soggetti a movimenti e rotazioni dovuti alla deformazione della struttura primaria del ponte. I giunti dovranno essere progettati sulla base

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

di valori di traslazione longitudinale e trasversale e di rotazione angolare quali quelli indicati in [15].

- I giunti ferroviari dovranno essere progettati tenendo conto dei movimenti e delle accelerazioni incrementali derivanti dal carico dinamico sulle rotaie durante il passaggio di un treno in corsa. I valori da adottare nel progetto sono indicati in Tabella 1.

	<b>Tipo e posizione del giunto</b>	
	Campata di avvicinamento/Struttura Terminale E5 e E7	Struttura terminale/ Ponte sospeso E4
Movimento accumulato in un anno	0.1-1 km	1- 10 km
Max. velocità prevista di movimento frequente	<1 mm /sec	~20 mm/sec
Accelerazione prevista di movimento frequente	<20 mm/sec <sup>2</sup>	~20 mm/sec <sup>2</sup>

*Tabella 1: Stima del movimento accumulato in un anno, velocità ed accelerazione dei movimenti dei giunti ferroviari*

### **3.4 Prestazione relativamente all'utilizzo ferroviario**

Fare riferimento a [3] para. 4.3.1.

### **3.5 Applicabilità**

Si dovranno valutare le accelerazioni verticali ed orizzontali massime presenti nelle diverse condizioni che si verificano nell'arco di vita dei giunti d'espansione ivi incluse le condizioni al limite dell'utilizzabilità dei vari componenti.

### **3.6 Geometria esistente**

I giunti d'espansione ferroviari dovranno essere del tutto compatibili con la geometria (in presenza di carico permanente e di temperatura media) e la disposizione strutturale della struttura primaria del ponte e la geometria dei binari adiacenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

### 3.7 Scarti

Il progetto dovrà garantire che nessuna parte del giunto d'espansione, ad eccezione delle controrotaie, sporga al di sopra del livello delle rotaie.

### 3.8 Fissaggi e supporto rotaie

- Le rotaie dovranno essere supportate per l'intera lunghezza del giunto d'espansione da mezzi posti alle distanze necessarie per soddisfare i requisiti di tale paragrafo tenuto conto dei movimenti, delle flessioni, delle torsioni e delle sollecitazioni delle rotaie sottoposte a tutti i tipi di carichi statici e dinamici.
- I fissaggi delle rotaie ai giunti saranno di tipo elastico e l'elemento a molla dovrà esercitare una forza sufficiente sul fondo della rotaia onde evitare il sollevamento della stessa per effetto dei fissaggi. Il gruppo rotaie dovrà inoltre evitare movimenti laterali delle stesse per effetto dei fissaggi.
- La resilienza dei fissaggi dovrà essere simile a quella dei fissaggi usati sul ponte principale.
- Il sistema dei fissaggi dovrà evitare la deformazione plastica longitudinale permanente delle rotaie dovuta alla struttura dei giunti d'espansione sottoposta a forze di frenata e trazione.
- Nei punti in cui sono previste delle rotazioni angolari, i fissaggi potranno consentire il movimento longitudinale delle rotaie relativamente agli insiemi dei fissaggi, ma in nessun momento le sollecitazioni assiali sulle rotaie potranno superare  $50 \text{ N/mm}^2$ .
- Il ribaltamento della testa della rotaia sottoposta ad una combinazione qualsiasi di forze verticali e laterali non dovrà superare 1,5 mm.
- Lo scarto tra i binari sottoposti a forze SLS quali specificate (nessuna condizione di deragliamento o ribaltamento) non dovrà aumentare di oltre 4 mm rispetto alla condizione in assenza di carico, misurati a 14 mm al di sotto del piano delle rotaie.
- Le flessioni locali delle rotaie dovranno essere limitate in modo da soddisfare i requisiti del para. 3.4 relativamente alle accelerazioni verticali massime. Nella valutazione delle accelerazioni verticali si terrà conto del comportamento dinamico delle rotaie poste sotto il carico delle ruote in movimento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Le sollecitazioni sulle rotaie dovranno rientrare nei limiti consentiti determinati con i metodi stabiliti per tutti i carichi statici, dinamici ed a fatica.
- I dettagli delle parti scorrevoli dovranno essere tali da ridurre al minimo l'ingresso di oggetti, sporcizia ed inquinanti e da garantire l'adeguato funzionamento del giunto.
- Tutte le connessioni al gruppo rotaie dovranno essere posizionate e dettagliate in modo tale da poter facilmente eseguire le ispezioni, le regolazioni e la manutenzione senza dover togliere altri componenti.
- La resilienza complessiva del sistema di supporto delle rotaie dovrà essere tale da ridurre al minimo la probabilità di ondulazioni delle rotaie stesse che si possono verificare durante l'esercizio, assumendo una ragionevole e regolare manutenzione delle rotaie e del materiale rotabile.
- I giunti d'espansione dovranno essere disposti in modo tale da ridurre al minimo il rumore generato dagli stessi.

### 3.9 Controrotaie

- 1 Attraverso i giunti d'espansione comprendenti i dispositivi supplementari per il movimento delle rotaie fino ai binari della struttura del ponte, tranne quanto previsto nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**(2), si dovranno prevedere delle controrotaie continue (da posizionarsi all'interno od all'esterno delle rotaie) per evitare deragliamenti. Le controrotaie verranno posizionate in modo tale da non toccare le ruote dei treni durante la loro corsa normale. La posizione delle superfici di controllo della controrotaia dovrà essere compatibile con la posizione delle superfici di controllo della controrotaia sulla struttura del ponte ed anche con le caratteristiche di controllo degli scivoli di immissione descritti nel paragrafo 3.1(3).
- 2 Nei punti del giunto d'espansione, nei quali lo scarto effettivo tra i binari supera 1464mm per una lunghezza maggiore di 300mm, la controrotaia di cui al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**(1) verrà sostituita da una rotaia di transizione che eviterà il movimento laterale dei gruppi di ruote di oltre 5mm rispetto alla posizione che verrebbe assunta dal gruppo di ruote posizionate al centro di un binario con uno scarto di 1435mm e con l'asse perpendicolare alle rotaie.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari		<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- 3 Nei punti di transizione tra la rotaia di transizione e la controrotaia le ruote non resteranno mai senza controllo e la svasatura attraverso il punto di transizione non sarà più ripida di 1 su 150. Nel caso in cui una sezione qualsiasi della controrotaia descritta al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**(1) si trovi all'esterno della rotaia, si dovranno prevedere delle sovrapposizioni per il passaggio da una controrotaia interna ad una esterna o da una rotaia esterna ad una rotaia di transizione onde garantire la protezione continua.
- 4 Il lato operativo della testata delle controrotaie interne dovrà essere verticale. La superficie superiore della testata di tali rotaie arriverà fino a 30 mm al di sopra del piano delle rotaie nuove e non usurate.
- 5 Le controrotaie esterne dovranno essere progettate in modo da fornire una protezione contro i deragliamenti equivalente a quella fornita dalle controrotaie interne.
- 6 Le controrotaie, le rotaie di transizione ed i loro supporti saranno progettati in modo da restare funzionali sotto un carico laterale di 1,2 volte il carico statico massimo per asse imposto sulle rotaie ed applicato sulla testata della rotaia di transizione nella posizione più sfavorevole .

### 3.10 Scarico del peso delle ruote

I giunti di espansione agiranno in modo tale da garantire che le ruote di un treno siano continuamente supportate per l'intera lunghezza e attraverso il punto di transizione con i binari adiacenti e che lo scarico del peso delle ruote nelle peggiori condizioni di rotazione negativa non superi il 20% del carico statico per asse.

### 3.11 Rumore e vibrazioni

Il fabbricante dovrà offrire un'adeguata resilienza del supporto rotaie onde minimizzare l'emissione di rumore e le vibrazioni.

### 3.12 Continuità elettrica e protezione contro le correnti parassite

- Le rotaie che corrono attraverso i giunti d'espansione dovranno avere una continuità elettrica con i binari vicini utilizzando dei cavi di collegamento isolati per evitare interruzioni nei circuiti dei binari ed il ritorno della corrente di trazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Si dovranno prevedere delle adeguate precauzioni per eliminare la corrosione da correnti parassite. La struttura di supporto delle rotaie dovrà avere una continuità elettrica con la struttura dell'impalcato od essere altrimenti interconnessa con il sistema di ritorno della corrente parassita previsto per la struttura dell'impalcato.
- Il progetto dovrà garantire che l'acqua proveniente da una qualsiasi fonte non si accumuli o ristagni in vicinanza delle rotaie.

### **3.13 Accesso**

Il progetto dovrà facilitare l'accesso all'intero sistema dei giunti d'espansione.

## **4 Materiali ed esecuzione**

### **4.1 Generalità**

- Tutti i materiali dovranno essere chimicamente, strutturalmente e meccanicamente compatibili con i materiali indicati per i lavori designati dalla Supervisione. Qualora una qualsiasi incompatibilità dovesse risultare pregiudizievole per la vita, la manutenzione o l'efficienza operativa dei lavori designati dalla Supervisione, il progetto dovrà prevedere adeguate misure di protezione o di isolamento ogniqualvolta tale compatibilità non possa essere raggiunta in altro modo.
- Il trattamento superficiale dovrà soddisfare i requisiti di corrosione della categoria C5-M secondo [6].
- Materiali scorrevoli di elevate prestazioni con maggiorata capacità di carico e di durabilità verranno usati per gli appoggi scorrevoli.

### **4.2 Struttura di supporto delle rotaie**

- Fatto salvo il paragrafo 4.1 e salvo diversamente specificato nel presente documento, gli acciai usati per le Strutture di Supporto delle Rotaie dovranno essere conformi ai requisiti contenuti in [5].

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Il Fabbricante dovrà proporre dei trattamenti di protezione per la Struttura di Supporto delle Rotaie che dovranno essere conformi con [5].

### 4.3 Componenti del gruppo rotaie

- Salvo diversamente indicato nel presente documento, tutti i materiali ed i componenti dovranno essere conformi alle relative norme ferroviarie.
- Le rotaie dovranno essere 60 E 1 (precedentemente UIC60) conformemente a [7]
- Le rotaie dovranno essere conformi a [7], classe X per i requisiti di profilo e classe A per le tolleranze di rettilineità, planarità superficiale e torsione. Le rotaie dovranno essere accompagnate dai certificati richiamati in dette norme.
- Le rotaie dovranno essere protette contro la corrosione. Per ogni superficie scorrevole si dovrà prevedere un'adeguata protezione contro la corrosione.
- Tutti i componenti metallici dei fissaggi rotaie dovranno avere una vita a fatica non inferiore ad un traffico di 800 milioni di tonnellate lorde ed essere trattati con un agente anticorrosione per garantire che rimangano utilizzabili per almeno 15 anni nelle condizioni climatiche aggressive in cui verranno applicati.
- I componenti non metallici dovranno essere naturalmente resistenti agli effetti del calore, della luce ultravioletta, dello spargimento di olio e degli spruzzi di sale.

### 4.4 Giunti nei gruppi rotaie

- Non saranno richiesti giunti coibentati all'interno dei giunti d'espansione.
- Le rotaie verranno normalmente saldate a formare delle rotaie lunghe e continue. Non saranno ammesse giunzioni di rotaie con ganasce e non verranno eseguiti fori nelle rotaie per le chiavarde di giunzione.
- Le saldature si troveranno a non meno di 3 m longitudinalmente rispetto a qualsiasi giunzione delle strutture di supporto delle rotaie.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

## 5 Prove

### 5.1 Prototipi e prove

- 1 I prototipi verranno sottoposti alle prove specificate in [4].
- 2 Al termine della progettazione, il fabbricante dovrà produrre per i controlli e le prove un prototipo su scala industriale di un grosso giunto di espansione che si prevede di utilizzare in corrispondenza della struttura terminale/del ponte sospeso di Messina.
- 3 I controlli e le prove verranno eseguiti nella o vicino all'officina del fabbricante e comprenderanno:
  - 3.1 Prove dell'intero giunto inclusi la struttura di supporto delle rotaie ed il gruppo rotaie.
  - 3.2 Prove dei movimenti longitudinali nella struttura di supporto delle rotaie e nel gruppo rotaie.
  - 3.3 Prove delle rotazioni angolari nella struttura di supporto delle rotaie e nel gruppo rotaie.
  - 3.4 Prova della resistenza di isolamento.
  - 3.5 Prova sotto carico statico e dinamico. In tipi di elementi selezionati si dovrà misurare la sollecitazione per la verifica della vita a fatica degli elementi calcolata.
- 4 Si dovranno registrare eventuali mancanze di conformità con i risultati previsti stipulati nella specifica delle prove e si dovranno proporre le azioni correttive, che verranno implementate dopo l'approvazione da parte della Supervisione e seguite dalla ripetizione delle prove .
- 5 Le prove di cui ai paragrafi 5.1(3.1), 5.1(3.2) e 5.1(3.3) dovranno dimostrare che i giunti d'espansione sono in grado di gestire i movimenti previsti senza imprevista distorsione dimensionale di una qualsiasi parte.
- 6 Le prove di isolamento di cui al paragrafo dovranno dimostrare la conformità d'officina con i criteri specificati.
- 7 Per le prove sotto carico, paragrafo 5.1(3.5), il fabbricante dovrà montare l'intero gruppo di giunzione in una fossa adeguata o struttura simile con un'adeguata lunghezza di binario in modo da ottenere una configurazione quale quella concordata con la supervisione, che

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

dovrà essere la più vicina possibile alla normale configurazione prevalente sulla struttura primaria del ponte. Il gruppo dovrà essere in grado di simulare l'intera gamma dei movimenti del giunto. Dopo i risultati positivi ottenuti dalle prove sui carichi statici, il fabbricante dovrà creare un'adeguata configurazione dei carichi per le prove dinamiche.

- 8 Al termine di ciascun periodo di prova, il giunto verrà ispezionato e verranno registrati eventuali segni d'usura, l'allentamento dei fissaggi o la distorsione di eventuali parti. Tranne nei casi di usura grave, le parti lasche o rotte non verranno fissate o sostituite in modo da stabilire la velocità di sviluppo di tale usura e, qualora la velocità fosse superiore a quella prevista, si passerà alla ricerca della causa con proposte di modifica alla Supervisione. Tale procedura continuerà fino a quando il giunto di espansione non darà le prestazioni previste.
- 9 Al termine delle prove sotto carico sopra descritte, il fabbricante presenterà alla supervisione tutti i documenti delle prove unitamente alla proposta di ulteriori modifiche da lui ritenute necessarie od opportune per una prestazione ed una durabilità soddisfacenti del giunto d'espansione. Entro tre settimane dal ricevimento di tali proposte, la Supervisione comunicherà al fabbricante i propri eventuali commenti ed il fabbricante realizzerà la modifica oggetto di detti commenti.
- 10 Il prototipo del giunto di espansione modificato verrà consegnato in cantiere ed installato come uno dei giunti d'espansione operativi.
- 11 I restanti giunti d'espansione saranno soggetti alle stesse prove ed agli stessi controlli del prototipo presso lo stabilimento del fabbricante, ma al fabbricante non verrà richiesto di eseguire le prove sotto carico.
- 12 Eventuali modifiche adottate per il prototipo verranno pure incorporate nei restanti giunti.
- 13 Al completamento delle prove, i corrispondenti componenti del gruppo verranno contrassegnati per l'esatto rimontaggio in cantiere.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

## 6 Montaggio e test run

### 6.1 Procedure di montaggio

- Per il montaggio del gruppo rotaie dei giunti d'espansione, il fabbricante si atterrà alle condizioni applicabili ai binari sulla struttura primaria del ponte descritti in [1].
- Il fabbricante preparerà un documento scritto dettagliato del metodo di installazione dei giunti da sottoporre alla Supervisione per l'approvazione.

### 6.2 Test run del ponte e manutenzione

- Al termine del montaggio dei giunti d'espansione sul ponte, il fabbricante resterà in cantiere per l'assolvimento dei suoi obblighi relativamente alla fase di montaggio che si intenderanno soddisfatti dopo l'emissione del certificato di completamento dei lavori.
- Il fabbricante sottoporrà le proprie raccomandazioni circa la frequenza delle manutenzioni nel primo anno di normale esercizio ferroviario successivamente all'emissione del certificato di completamento che terrà conto delle ispezioni da lui eseguite prima del completamento stesso.
- Per tutto il periodo di manutenzione, il fabbricante assegnerà una o più persone ben ferrate nel campo dei giunti d'espansione ferroviari ed in grado di far fronte ad eventuali situazioni urgenti che interessino i giunti inclusa la presenza, dove necessario, fornendo consigli ed assistenza all'operatore ferroviario.
- In particolare e senza limiti per i casi generali di cui sopra, il fabbricante dovrà durante questo periodo:
  - (a) eseguire eventuali ulteriori regolazioni o modifiche quali concordate con la Supervisione e risultanti dalle ispezioni effettuate prima del completamento entro le prime 12 settimane del periodo di manutenzione.
  - (b) partecipare in qualità di consulente a tutte le attività di manutenzione eseguite dall'operatore ferroviario conformemente al verbale delle ispezioni effettuate prima del completamento dal fabbricante.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- (c) continuare a monitorare insieme con l'operatore ferroviario le prestazioni dei giunti d'espansione eseguendo delle ispezioni trimestrali e presentando relazioni simili all'indagine ed alla relazione pre-completamento.
- Quanto sopra verrà applicato indipendentemente dal fatto che non vengano rilevati difetti sufficienti a pregiudicare le normali attività ferroviarie. Ogniqualvolta venga rilevato un difetto a partire dal completamento del montaggio fino al termine del periodo di manutenzione, il fabbricante dovrà immediatamente provvedere alla riparazione od alla sostituzione a seconda del caso.
- L'accesso per manutenzione, riparazione o sostituzione ad una qualsiasi parte del gruppo rotaie dopo l'inizio delle normali attività ferroviarie sarà limitato a 4 ore sulle 24 ed avverrà in genere tra le 01:00 e le 05:00. I giunti d'espansione saranno accessibili durante le normali attività ferroviarie compatibilmente con le regole dell'operatore ferroviario.

## 7 Post-montaggio

### 7.1 Istruzioni operative e di manutenzione

- Non meno di due mesi prima della consegna della zona ferroviaria, il fabbricante invierà alla Supervisione quattro serie in bozza dei manuali di istruzione operativa e di manutenzione (qui di seguito identificati come "Istruzioni O&M") dei giunti d'espansione. Sei copie dei manuali definitivi dovranno essere fornite entro tre mesi dal completamento dei lavori, di cui un originale. Tutte le fotocopie delle Istruzioni O&M dovranno essere opportunamente timbrate e certificate dal fabbricante come copie conformi all'originale.
- Le istruzioni O&M dovranno essere in italiano e in inglese e non dovranno contenere informazioni irrilevanti o ambigue e dovranno fare specificatamente riferimento al presente contratto.
- Il fabbricante può usare i propri dati e manuali per singoli apparecchi che rappresentano un sotto-componente dell'intero sistema a condizione che essi siano conformi alle specifiche, vengano integrati dal fabbricante nella descrizione dei suoi apparecchi e siano catalogati secondo il suo indice generale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Nel caso in cui la natura di un apparecchio di un sotto-sistema sia tale da non consentire l'effettuazione di riparazioni locali e debba quindi essere rinviato alla fabbrica come un'unità di revisione, si dovranno fornire le informazioni relative alla sua riparazione o smontaggio delle sue parti ivi inclusi i diagrammi dei circuiti e dei cablaggi fino a livello di componente.
- Le Istruzioni O&M verranno riunite in modo ordinato e dovranno corrispondere ai contenuti ed alle tavole d'indice. La nomenclatura od i riferimenti ad apparecchi, diagrammi, numeri delle figure od unità dovranno essere pertinenti in tutto il testo. Per una completa comprensione del testo, verranno aggiunti, se necessario, diagrammi, disegni, sketch e fotografie attuali. Verranno omessi tutti i codici di identificazione, i riferimenti o le timbrature della bibliografia dei fabbricanti. Dove possibile, verranno incluse le precauzioni e gli avvertimenti relativi alla sicurezza per la vita e gli apparecchi.
- La copertina delle Istruzioni O&M dovrà essere nera, rigida e resistente con scritte in grassetto. Non si potranno usare serrafili a vite filettati. La dimensione delle pagine sarà conforme a ISO A4 e il fabbricante dovrà garantire che la stampa non scolorisca col tempo.
- Le istruzioni avranno la seguente configurazione ed il seguente formato:
  - Copertina e indice;
  - Sezione I - Funzionamento:
    - Descrizione generale del sistema e degli apparecchi comprendente tutti i parametri di progetto e le caratteristiche specifiche nonché i disegni descrittivi ad integrazione di un testo particolare, dove possibile;
    - Programmi, garanzie e prestazioni come da contratto aggiornati e completi per tutti gli apparecchi;
    - Istruzioni di montaggio ed avviamento;
    - Prospetto di lubrificanti, sostanze chimiche ed altri materiali di consumo
    - Documenti con tutti i risultati dei collaudi meccanici ed elettrici;
    - Verbali e certificati.
  - Sezione II - Manutenzione:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- Istruzioni di smontaggio;
- Istruzioni di manutenzione;
- Uso ed interpretazione degli ausili diagnostici incorporati;
- Impostazioni;
- Dati delle distanze e di regolazione.
- Sezione III - Catalogo dei componenti:
  - Parti sostitutive, disegni ed elenchi tabulati di gruppi e sotto-gruppi dei giunti d'espansione; gli elenchi tabulati indicheranno il nome dei componenti, i numeri, i numeri di serie degli apparecchi ed i codici di ordinazione, ecc.
  - Saranno pure incluse le istruzioni complete per l'ordinazione delle parti da sostituire onde evitare errori o incomprensioni durante l'ordinazione ed i moduli di richiesta delle parti da sostituire proposti dalla fabbrica nonchè le procedure particolari di immagazzinamento o movimentazione delle parti.
  - Pubblicazioni associate contenenti, dove possibile, le pubblicazioni esistenti dei fabbricanti od i componenti di sotto-gruppi od apparecchi associati delle principali unità dell'impianto da inserire sul retro di ciascun volume.
  - Sulle base delle esperienze raccolte durante l'avviamento ed il funzionamento iniziale, si anticipa che saranno necessarie delle revisioni delle istruzioni O&M. Entro e non oltre due mesi dall'emissione del certificato di completamento dei lavori, il fabbricante presenterà tali revisioni alla Supervisione per l'approvazione fornendo lo stesso numero di copie sopra indicato.

## 7.2 Disegni e documenti as-built

Il fabbricante dovrà preparare tutti i disegni ed i diagrammi as-built necessari per i giunti di espansione a scopo di registrazione, manutenzione e riparazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

### 7.3 Addestramento del personale

- Subito prima del montaggio del primo giunto d'espansione il fabbricante dovrà prevedere, in vicinanza del cantiere, un seminario di addestramento introduttivo per non più di 12 partecipanti.
- Il seminario sarà in italiano o inglese, come richiesto dalla supervisione, verrà tenuto in una classe adeguata messa a disposizione dal fabbricante e tratterà i seguenti argomenti:
  - Principi adottati nella progettazione dei giunti.
  - Natura, origine e scala dei movimenti previsti.
  - Materiali usati e motivo della loro scelta.
  - Gruppo di prova di fabbricazione e processo di collaudo dei lavori comprendente prove e uso degli apparecchi.
  - Procedura di montaggio pianificata.
  - Procedure proposte di ispezione, monitoraggio e manutenzione post-montaggio.
- Il seminario comprenderà ausilii visivi di illustrazione di tutti gli aspetti comprendenti un filmato video di (d) più sopra ed una serie di note sul corso con traduzione in inglese.
- Durante il montaggio, il fabbricante organizzerà ulteriori visite guidate di mezza giornata, ciascuna di esse con un numero di presenze pari alla metà degli iscritti. Le visite saranno quattro per i giunti lato Calabria e quattro per i giunti lato Sicilia ed in ciascuna sede due delle visite riguarderanno gli aspetti critici di montaggio della struttura di supporto delle rotaie e del montaggio del gruppo rotaie.
- Dopo il montaggio, nel periodo antecedente all'emissione del certificato di completamento, il fabbricante organizzerà non meno di altre tre visite guidate per tutte le persone in formazione in modo da famigliarizzarli con le procedure di ispezione e monitoraggio adottate ed il funzionamento pratico dei giunti. Nel corso della visita finale, verrà fornita una versione aggiornata delle note originali sul corso che dovrà tener conto di tutte le modifiche apportate ad apparecchi, materiali o procedure usati.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

- L'obiettivo da raggiungere è quello di poter disporre, a partire dall'inizio delle normali attività ferroviarie, di un numero sufficiente di personale di manutenzione dell'operatore ferroviario completamente addestrato e in grado di eseguire la manutenzione, la riparazione e la sostituzione dei giunti di espansione o altri componenti.

#### **7.4 Parti di ricambio**

- Il fabbricante dovrà prevedere in cantiere un numero sufficiente di parti di ricambio in modo da garantire la disponibilità immediata di parti di ricambio resesi necessarie in qualsiasi momento a partire dal completamento del montaggio fino alla fine del periodo di manutenzione.
- Il fabbricante dovrà preparare un elenco delle parti di ricambio consigliate per il periodo di manutenzione in tempo sufficiente a poterle fornire all'operatore ferroviario prima della scadenza del periodo di manutenzione.

#### **7.5 Utensili speciali**

Il fabbricante dovrà fornire eventuali utensili speciali che possono rendersi necessari per la manutenzione o sostituzione dei giunti d'espansione.

### **8 Presentazioni**

Il programma delle presentazioni da parte dei fabbricanti sarà concordato con la Supervisione.

#### **8.1 Presentazioni del progetto**

- Il fabbricante dovrà sottoporre alla Supervisione Lavori 8 copie di una relazione contenente i principi in dettaglio delle sue proposte relativamente ai giunti d'espansione unitamente a calcoli e disegni e dettagli preliminari delle proposte di esecuzione delle prove ivi inclusa una proposta del circuito di prova del prototipo.
- Il fabbricante dovrà coordinare il suo lavoro con il fabbricante principale per quanto riguarda le interfacce dei lavori ferroviari, ivi compresi, ma non limitati a, rotaia adiacente ai giunti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Giunti d'espansione, ferroviari	<i>Codice documento</i> PS0192_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

d'espansione, punti di transizione tra i giunti ed il binario nudo, fissaggi e collegamenti metallici.

- Il fabbricante presenterà 8 copie dei disegni finali ed una specifica completa relativa ai materiali ed all'esecuzione unitamente a calcoli di supporto finali.
- Il fabbricante presenterà una dichiarazione di compatibilità dell'adeguatezza dei giunti di espansione al funzionamento nelle condizioni reali riguardanti la disposizione dei supporti e generale della struttura adiacente.