

# 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  <b>COWI</b>                  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> OPERA DI ATTRAVERSAMENTO  <i>Tipo di sistema</i> SISTEMI SECONDARI  <i>Raggruppamento di opere/attività</i> ARTICOLAZIONI  <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> Appoggi  <i>Titolo del documento</i> Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte</p>	<p style="text-align: right;"><b>PS0190 F0</b></p>
---	--

CODICE	C G 1 0 0 0 P S P D P S S A 0 A P 0 0 0 0 0 0 0 1 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>		
<b>Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte</b>		<i>Codice documento</i> <i>PS0190_F0_ITA.docx</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20-06-2011</i>

## INDICE

INDICE .....	3
1 Introduzione .....	5
1.1 Il Progetto .....	5
1.2 Scopo .....	5
1.3 Riferimenti .....	5
1.3.1 Specifiche di progetto .....	5
1.3.2 Specifiche dei materiali .....	6
1.3.3 Disegni .....	7
2 Progetto dell'appaltatore .....	7
2.1 Tipo di appoggi .....	7
2.2 Specifiche e norme .....	8
2.3 Carichi e movimenti .....	8
2.4 Disposizione degli appoggi .....	9
3 Materiali .....	10
3.1 Generalità .....	10
3.2 Protezione anticorrosione .....	10
3.3 Malta per l'inghisaggio delle piastre di rinforzo (struttura terminale) .....	10
4 Esecuzione .....	11
4.1 Generalità .....	11
4.2 Prove in officina .....	11
4.3 Prove in cantiere .....	11
5 Tolleranze .....	12
6 Presentazioni .....	13
6.1 Documentazione .....	13



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte		<i>Codice documento</i> PS0190_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

Lo scopo del lavoro comprende la progettazione di dettaglio, la fabbricazione, la consegna e la partecipazione all'installazione degli appoggi comprese le piastre di rinforzo conformemente ai disegni ed alle specifiche. Lo scopo del lavoro comprende inoltre la fornitura di parti di ricambio per i primi 5 anni secondo il manuale di manutenzione.

## 1.3 Riferimenti

### 1.3.1 Specifiche di progetto

- 1 GCG.G.03.04. Lavori vari, Sezione 2. Stretto di Messina, 15 luglio 2010

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte</b>	<i>Codice documento</i> <i>PS0190_F0_ITA.docx</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20-06-2011</i>	

- 2 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..
- 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.

### **1.3.2 Specifiche dei materiali**

- 6 EN 1337 Structural Bearings - Part 1: General design rules
- 7 EN 1337 Structural Bearings - Part 2: Sliding elements
- 8 EN 1337 Structural Bearings - Part 5: Pot bearings
- 9 EN 1337 Structural Bearings - Part 7: Spherical and cylindrical PTFE bearings
- 10 EN ISO 12944:2000. Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- 11 EN 10025-1:2004 Hot-rolled products of structural steels
- 12 EN 10025-2:2004 Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
- 13 EN 10164:2005 Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product – Technical delivery conditions.
- 14 EN ISO 898-1:2009 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs.
- 15 EN 20898-2:1994 Mechanical properties of fasteners – Part 2: Nuts with special proof load values – coarse thread (prEN ISO 898-2:2010).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte		<i>Codice documento</i> PS0190_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

- 16 EN 14399-3:2005 High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 3: System HR - Hexagon bolt and nut assemblies
- 17 EN ISO 14555:2006 Welding-Arc stud welding of metallic materials.
- 18 ANSI/IEC 60529-2004 Degrees of protection provided by enclosures

### 1.3.3 Disegni

I requisiti di base ed i principi relativi ai sistemi idraulici sono riportati sui seguenti disegni:

- 19 CG.10.00-P-DX-D-P-SS-A0-AP-00-00-00-01-A Sistema d'articolazione - Appoggi del ponte, vista d'insieme

## 2 Progetto dell'appaltatore

### 2.1 Tipo di appoggi

Gli appoggi per il supporto dei carichi verticali dovranno essere del tipo sferico. Il fabbricante può tuttavia proporre appoggi POT nel caso in cui l'analisi LCC (Costo del Ciclo di Vita) stabilisca che tali appoggi sono più adatti di quelli sferici per il tipo di lavoro previsto. Tutti gli appoggi dovranno essere dello stesso tipo.

Alcuni appoggi dovranno essere in grado di assorbire anche i carichi di sollevamento. Gli elementi dell'appoggio che trasferisce i carichi di sollevamento dovranno essere separati dalle altre parti dell'appoggio in modo che le parti di sollevamento siano facilmente accessibili e possano essere ispezionate e sottoposte a manutenzione dall'esterno dell'appoggio stesso. Il sollevamento non dovrà causare la totale separazione dell'appoggio o metterne in pericolo la funzione. Per gli appoggi A10 e A11 il movimento verso l'alto dovrà essere inferiore a 2 mm quando l'appoggio è soggetto a carichi di sollevamento SLS2.

Per tutti gli altri appoggi, il movimento verso l'alto dovrà essere inferiore a 10 mm quando l'appoggio è soggetto alla forza di sollevamento SLS2. L'appoggio dovrà essere in grado di funzionare dopo il sollevamento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte</b>		<i>Codice documento</i> <i>PS0190_F0_ITA.docx</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20-06-2011</i>

Il tipo di appoggi proposto dovrà essere lo stesso usato con successo per dimensioni e condizioni simili per almeno 5 anni. Il fabbricante dovrà presentare un elenco di referenze degli appoggi proposti.

## 2.2 Specifiche e norme

Gli appoggi dovranno essere conformi alle specifiche materiali [6], [7], [8] e [9] ed alle specifiche di progetto [1], [2], [3] e [4].

## 2.3 Carichi e movimenti

I carichi ed i movimenti del ponte finito sono indicati in [19]. A tali movimenti è stato aggiunto un 10% come richiesto in [4] paragrafo 10.5.

Oltre ai movimenti indicati sui disegni, gli appoggi dovranno essere progettati per consentire carichi e movimenti durante il periodo di costruzione (da indicare successivamente).

Oltre ai movimenti indicati sui disegni, gli appoggi dovranno consentire un ulteriore aggiustamento del ponte di  $\pm 50$  mm in direzione longitudinale.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla durata degli appoggi. Il tipo e la dimensione del ponte comporteranno movimenti massimi di grossa entità e grandi movimenti accumulati. I movimenti massimi si verificheranno solo poche volte. In ogni caso, il cassone del ponte si muoverà longitudinalmente a causa dei carichi dovuti al traffico ed al vento anche se il ponte verrà mantenuto in direzione longitudinale grazie ai buffer idraulici. Questi movimenti saranno relativamente piccoli, ma si verificheranno molte volte al giorno e in modo variabile. Considerato il grosso numero di fermate e partenze in direzioni alternate, l'usura delle parti in movimento sarà considerevole. I valori stimati di velocità ed accelerazione dei movimenti longitudinali sono indicati in Tabella 1.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte		<i>Codice documento</i> PS0190_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

	<b>Posizione degli appoggi</b>		
	Struttura terminale/ Ponte sospeso	Campata laterale/ Elemento di impalcato in corrispondenza della torre	Elemento di impalcato in corrispondenza della torre / Campata principale
Movimento accumulato in un anno	1- 10 km	NA	0.1-1 km
Velocità max. prevista del movimento frequente	~20 mm/sec	NA	~20 mm/sec
Accelerazione prevista del movimento frequente	~ 20 mm/sec <sup>2</sup>	NA	~20 mm/sec <sup>2</sup>

*Tabella 1 Stima del movimento accumulato in un anno, della velocità e dell'accelerazione dei movimenti degli appoggi.*

Gli elementi a scorrimento dovranno durare almeno 20 anni prima di essere sostituiti.

## **2.4 Disposizione degli appoggi**

Gli appoggi dovranno essere disposti e fissati in modo tale da poter eseguire facilmente e senza ostacoli le attività di ispezione e manutenzione. La possibile sostituzione degli appoggi potrà essere eseguita utilizzando i supporti provvisori indicati nel progetto senza ulteriori interferenze con la struttura del ponte. Per consentire la sostituzione e la regolazione verticale degli appoggi, questi ultimi dovranno essere supportati da piastre d'acciaio indipendenti fissate alla sovrastruttura ed alla sottostruttura. Gli appoggi non dovranno essere saldati alla sovrastruttura o alla sottostruttura.

Si dovrà poter sostituire un appoggio nell'arco di 4 ore durante la notte.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte		<i>Codice documento</i> PS0190_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Gli appoggi saranno dotati di indicatore/scala per la lettura a distanza della posizione degli appoggi.

### **3 Materiali**

#### **3.1 Generalità**

I materiali dovranno essere conformi ai requisiti di [5], [6], [7], [8] e [9].

Nella progettazione dovranno essere considerati dei materiali scorrevoli per ridurre le dimensioni dell'appoggio e aumentare la durata di servizio prevista per le superfici scorrevoli.

Il fabbricante dovrà preparare un piano della qualità per la fabbricazione e l'installazione .

I giunti dovranno poter funzionare a temperature dell'aria ambiente tra +45°C e -5°C.

#### **3.2 Protezione anticorrosione**

Il trattamento superficiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria di corrosione C5-M, durata "Elevata" secondo [6].

La prima mano del trattamento superficiale sarà costituita da una metallizzazione 80 µ e sigillata con un sigillante compatibile con il rivestimento intermedio e superiore.

Il colore del rivestimento superiore sarà uguale a quello dei cassoni.

#### **3.3 Malta per l'inghisaggio delle piastre di rinforzo (struttura terminale)**

La malta dovrà essere del tipo che non si ritira o non si deforma.

L'allettamento degli appoggi dovrà essere progettato secondo la EN 1992-1-1, para. 10.9.5.2. In questo caso, la sollecitazione massima del calcestruzzo al di sotto o al di sopra degli appoggi del ponte nelle condizioni di carico del progetto in ULS dovrà essere limitata al valore minimo della resistenza della malta ed all'85% della resistenza su cubo del calcestruzzo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte		<i>Codice documento</i> PS0190_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 4 Esecuzione

### 4.1 Generalità

I giunti dovranno essere sufficientemente assemblati ed imballati in stabilimento in modo da non venir danneggiati durante il trasporto ed il montaggio. La spedizione sarà accompagnata da istruzioni dettagliate circa il montaggio dell'appoggio. Un montatore specializzato del fabbricante dovrà presenziare al montaggio.

Le superfici scorrevoli degli appoggi dovranno essere fornite con una copertura antipolvere di protezione contro l'inquinamento in modo da garantire le qualità di scorrimento nominali.

Gli appoggi in corrispondenza dei giunti d'espansione avranno la stessa inclinazione longitudinale dell'impalcato, mentre gli altri appoggi verranno montati orizzontalmente.

Gli appoggi non dovranno essere caricati prima del raggiungimento di una sufficiente resistenza e rigidità dell'inghisaggio.

### 4.2 Prove in officina

Prima di dare inizio alla produzione di massa verrà presentato in officina un appoggio finito. La disposizione dovrà rappresentare le reali condizioni di accesso e di ispezione del ponte finito e comprenderà il funzionamento dell'appoggio scorrevole, della regolazione, della scala con indicatore e delle coperture. Si dovrà dimostrare la procedura di montaggio e sostituzione.

Il fabbricante dovrà documentare i valori di attrito degli appoggi scorrevoli al reale livello di sollecitazione per temperature variabili da + 45 °C a -5 °C.

### 4.3 Prove in cantiere

La procedura di inghisaggio delle piastre di rinforzo verrà verificata eseguendo un inghisaggio di prova di un insieme in cui le dimensioni e le posizioni saranno uguali a quelle esistenti sulla sommità della pila nelle condizioni reali. La prova dovrà dimostrare lo svolgimento indisturbato di un inghisaggio ed il riempimento completo dell'intera area dell'appoggio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte</b>		<i>Codice documento</i> <i>PS0190_F0_ITA.docx</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20-06-2011</i>

Al termine dell'inghisaggio, le piastre di rinforzo dovranno essere supportate su non meno del 90% della superficie. La zona non supportata della piastra di rinforzo non dovrà essere maggiore di 2 volte lo spessore della piastra in una qualsiasi direzione.

## 5 Tolleranze

Gli appoggi verranno posizionati con una tolleranza di  $\pm 5$  mm rispetto alle travi a sezione piena longitudinali e trasversali dei cassoni della sovrastruttura metallica.

In direzione longitudinale, la posizione degli appoggi non potrà deviare di più di 20 mm dalla posizione teorica.

L'appoggio verrà progettato ed installato in modo tale che nella sovrastruttura non vengano introdotte forze torsionali dovute al carico statico. L'assenza di forze torsionali verrà garantita in modo verificabile, vale a dire mediante bilanciamento idraulico della sovrastruttura durante la posa degli appoggi. A tale scopo, tutti gli appoggi verranno disposti per ricevere un possibile spessoramento da 0 a 20 mm tra gli appoggi e la sovrastruttura.

Una serie di appoggi verticali verrà spessorata in modo tale che la variazione dei livelli da una posizione senza torsioni sia inferiore allo 0,5 ‰ della distanza tra gli appoggi.

La superficie scorrevole può deviare dell' 1 ‰ dal valore teorico nella direzione di scorrimento di una serie di appoggi.

La pendenza della superficie scorrevole nella direzione di scorrimento di una serie di appoggi potrà avere una differenza dell' 1 ‰ nel caso degli appoggi di supporto stradale, mentre tale differenza sarà inferiore allo 0,5 ‰ per gli appoggi di supporto ferroviario.

Per gli appoggi vincolati nei confronti dei movimenti laterali, la direzione dei movimenti liberi non potrà deviare di oltre l' 1,0 ‰ dalla direzione dell'asse longitudinale teorico del ponte.

Il movimento possibile in direzione laterale degli appoggi vincolati nei confronti del movimento laterale dovrà essere inferiore a  $\pm 0,5$  mm.

Gli appoggi con dispositivo anti-sollevamento verticale non dovranno muoversi verso l'alto di oltre 2,0 mm quando soggetti al carico di sollevamento SLS2.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Specifiche prestazionali - Appoggi del ponte	<i>Codice documento</i> PS0190_F0_ITA.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

Le zone di contatto tra l'appoggio e le piastre di rinforzo verranno lavorate fino ad una planarità inferiore a 0,1 mm. La zona di contatto tra le piastre di rinforzo e la sovrastruttura o sottostruttura verrà lavorata fino ad una planarità inferiore a 0,3 mm rispetto al piano.

## 6 Presentazioni

### 6.1 Documentazione

Il fabbricante dovrà preparare e sottoporre alla Supervisione Lavori per accettazione i calcoli ed i disegni dettagliati degli appoggi compreso l'ancoraggio.

Il fabbricante dovrà preparare un piano della qualità per la fabbricazione ed il montaggio degli appoggi.

Piano e risultati delle prove ottenuti dalla presentazione in officina su scala industriale di un appoggio tipico.

Piano e verbale della prova di attrito su un appoggio in scala industriale.

Il fabbricante presenterà una dichiarazione di compatibilità dell'adeguatezza degli appoggi al funzionamento nelle condizioni reali riguardanti la disposizione dei supporti e generale della struttura adiacente.

Il fabbricante dovrà fornire un manuale di manutenzione in italiano e inglese.

Il fabbricante dovrà fornire documenti as-built.