

# 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>                  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	<b>SF0333_F0</b>
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	LINEA FERROVIARIA DA OPERA DI ATTRAVERSAMENTO A STAZIONE DI ME	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA - ARMAMENTO	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	S	F	C	L	2	S	F	0	0	0	0	0	0	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D.A.M. S.p.A.	F.BERTONI	F.COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE.....	3
Premessa.....	5
1 Caratteristiche della nuova soluzione progettuale.....	7
2 Il Posto di Manutenzione.....	10
3 Sottostazione elettrica (SSE).....	11
4 Sezioni tipo.....	12
4.1 Gallerie naturali.....	12
4.2 Gallerie artificiali.....	15
4.3 Tipologie imbocco S. Agata.....	15
4.4 Sezioni tipo rilevati e trincee.....	16
5 La struttura del binario.....	18
6 Gli scambi.....	31
7 La regolazione in lunga barra saldata.....	33
8 Armamento del cavallotto e dell'impalcato.....	39
9 Giunto di dilatazione.....	40
10 Attraversamento stradale a raso della ferrovia.....	41



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Premessa

Il Progetto Definitivo della linea FS in Sicilia, pur sviluppando il progetto preliminare approvato dal CIPE, ottempera alle richieste del Comune di Messina che modificano il tracciato precedentemente approvato.

In particolare in data 1 febbraio 2010 con lettera n. 18660 il Sindaco di Messina ha confermato la deliberazione assunta in data 25/01/2010 dal Consiglio Comunale della Città di Messina con la quale è stato approvato un apposito documento di analisi e proposte relativo agli interventi compensativi e connessi alla realizzazione dell'Opera (All. 1). Tale documento prevede, tra l'altro, lo spostamento della nuova stazione di Messina (di competenza RFI) dalla località Maregrossa, così come stabilito nel progetto preliminare approvato dal CIPE con delibera n. 66 del 1 agosto 2003, all'area di Gazzi, nonché l'utilizzo della nuova infrastruttura ferroviaria come sistema metropolitano, con la previsione di tre fermate rispettivamente in località Papardo, Annunziata ed Europa.

L'intervento, per le sue caratteristiche, si configura come variante alla localizzazione dell'Opera ed assume, per la sua rilevanza carattere sostanziale rispetto al Progetto Preliminare approvato dal CIPE con delibera n. 66 del 1° agosto 2003.

Il Consorzio di imprese Eurolink si è aggiudicato la gara indetta dalla società Stretto di Messina ed in data 27/03/2006 ha firmato il contratto relativamente alla progettazione ed esecuzione con qualsiasi mezzo dell'attraversamento stabile dello Stretto e dei collegamenti stradali e ferroviari sui versanti.

A seguito di una serie di incontri fra Stretto di Messina, RFI ed il Comune di Messina si sono ottenute le indicazioni necessarie per i requisiti funzionali della nuova infrastruttura ferroviaria e l'ubicazione sul territorio delle 3 fermate metropolitane.

Pertanto il progetto è stato sviluppato su queste basi:

- La fermata PAPARDO avrà un modulo marciapiedi di 250 ml con precedenza. Si sviluppa in sotterraneo ed è ubicata al km 3+401.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- La fermata ANNUNZIATA avrà un modulo marciapiedi di 250 ml con precedenza. Si sviluppa in sotterraneo ed è ubicata al km 9+478.
- La fermata EUROPA avrà un modulo marciapiedi di 400 ml senza precedenza. Si sviluppa in sotterraneo ed è ubicata al km 13+836.

Nelle fermate con precedenza sono previsti marciapiedi con larghezza minima di 3,50 ml ed interasse dei binari di 52 ml; nella fermata Europa l'interasse dei binari è di 44 ml.

Lo spostamento della nuova stazione di Messina dalla località Maregrossa all'area di Gazzi, con conseguente allungamento del tracciato, l'inserimento delle tre nuove stazioni con la necessità di prevedere dei tratti in rettilineo in corrispondenza delle 3 fermate hanno prodotto modifiche sostanziali al tracciato piano altimetrico.

Pertanto il nuovo progetto definitivo, pure mantenendo inalterati gli standards geometrici e funzionali previsti nel progetto preliminare, prevede un allungamento della linea di circa 2,5 km dai 15 km previsti agli attuali 17,5 km escludendo comunque la nuova stazione di Messina di competenza RFI.

L'infrastruttura ferroviaria si sviluppa per la quasi totalità in sotterraneo fatto salvo il posto di manutenzione ubicato in superficie alla progressiva 5+500 circa che divide l'infrastruttura in 2 gallerie la S. Agata verso il Ponte e la Santa Cecilia verso la nuova stazione di Gazzi.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 Caratteristiche della nuova soluzione progettuale

Il tracciato inizia partendo dall'asse delle pile posizionato sul versante siciliano corrispondente al km 0+000 di progetto.

Con riferimento alla progressiva del binario pari (Ponte-Messina) all'uscita dal Ponte (V=120 Km/h), dopo un breve rettilo, è inserita una curva policentrica con raggi pari a 825-1104-822 mt, (atta a consentire una velocità di 130 km/h) il cui inizio è situato nel Viadotto Pantanoche è lungo 471 mt. La livelletta ferroviaria dopo il viadotto Pantano continua a scendere al 14,20 per mille non compensata, per consentire alle due carreggiate autostradali, uscenti dal viadotto, di collegarsi fra loro passando sopra la linea ferroviaria ed accedendo così al piazzale antistante il Casello autostradale a pedaggio.

Pertanto alla progressiva Km 0+963 ha inizio, con un breve tratto di galleria artificiale (con setto divisorio centrale) la Galleria S. Agata, di 4.390 mt di lunghezza.

Prima dell'imbocco della galleria al km 0+953 è stato predisposto un sottopasso alle carreggiate Autostradali che consente l'accesso alla piattaforma ferroviaria ai veicoli bimodali e garantisce l'ingresso nella galleria tramite un tratto di binario plateato, a sua volta collegato all'area di triage situata in fregio sul versante nord.

Il tratto successivo alla policentrica fino al km 11+000 circa, è stato progettato con V=200 km/h.

Nella prima estesa di galleria i due binari si divaricano gradualmente; alla progressiva Km 1+140 iniziano le due gallerie a semplice binario che, al Km 1+700, raggiungono l'interasse di 30mt mantenendolo costante per 500mt per poi raggiungere i 52mt d'interasse necessari per la realizzazione della "Fermata Papardo Km 3+401.60" con precedenza (scambi 60 UNI 400/0.074 V=60km/h) provvista di modulo marciapiede da 250mt; successivamente i due binari si riavvicinano tramite la successione di gallerie naturali ed in artificiale per tornare nuovamente ad interasse 4 mt prima dello sbocco della galleria situato al Km 5+354 in corrispondenza del Posto di Manutenzione.

In tale tratto (parte in galleria e parte allo scoperto) sono posizionate le comunicazioni con V=100km/h (deviatoi 60 UNI 1200/0,040) occorrenti per la banalizzazione degli itinerari. Nel tratto allo scoperto è previsto l'innesto dei binari del Posto di Manutenzione V=30km/h (deviatoio 60 UNI 250/0,092) e la zona di binario plateato occorrente per l'ingresso di un mezzo bimodale di intervento, nonché la viabilità pedonale separata per l'esodo in caso di emergenza.

La successiva galleria S. Cecilia di 12.220 mt ha inizio al Km 5+704 ed anche in questo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caso, con un breve tratto in galleria artificiale, si ha una graduale divaricazione dei binari pervenendo alle due canne in galleria naturale a semplice binario ad interasse 30 mt costante fino al km 7+500 circa. Si prosegue con una ulteriore divaricazione dei binari in galleria fino ad ottenere un interasse di 52 mt necessari per la “Fermata Annunziata Km 9+478.10” con precedenza (scambi 60 UNI 400/0.074 V= 60km/h) provvista di modulo marciapiede da 250mt.

Al km 11+100 della linea inizia il tratto di decelerazione da V=200 km/h a V=100 km/h che termina al km 15+900 circa, velocità da mantenere fino al Bivio di Gazzi km 17+520 per poi proseguire a 60 km/h ed immettersi sulle direttrici per Messina e per Catania.

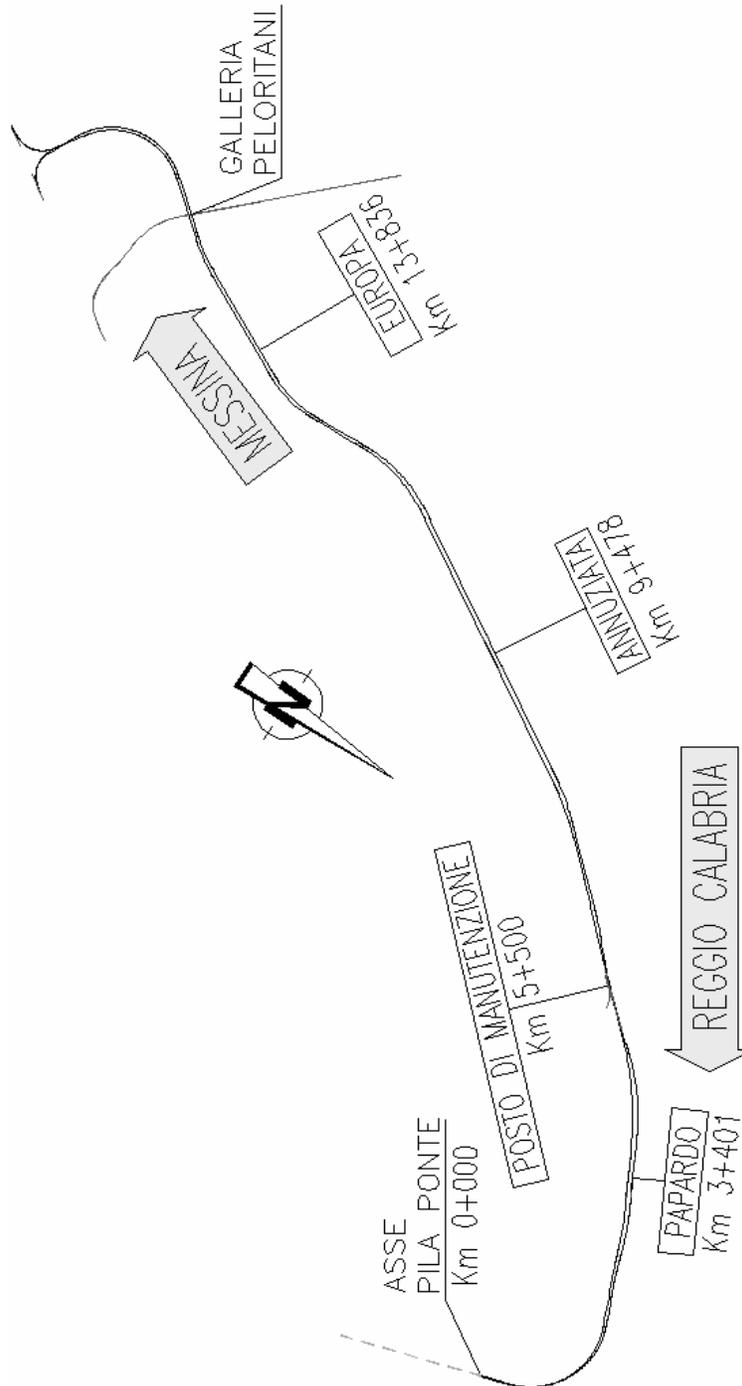
Dopo una graduale divaricazione dei binari in galleria fino a pervenire alle due canne in galleria naturale ad interasse 30 mt che mantengono costante fino al km 12+808 circa, l’interasse dei binari in galleria viene incrementato a 44 mt necessari per la realizzazione della “Fermata Europa Km 13+836.30” senza precedenza e provvista di modulo marciapiede di 400 mt.

Successivamente i due binari si riavvicinano ad interasse 30 mt che mantengono costante fino al km 17+300 circa, poi tramite la successione di gallerie naturali ed artificiali si arriva ad un interasse di circa 5 mt necessari per il Bivio di Gazzi al km 17+520.

La galleria di S. Cecilia termina in prossimità del nuovo Bivio di Gazzi al km 17+573,75, limite di competenza di Eurolink. Il bivio Gazzi, che in parte è collocato all’interno della galleria artificiale, è costituito da due scambi 60UNI/400/0,094 ed una intersezione 60UNI/0,12 la cui competenza è di RFI. L’innesto dei due binari alla linea esistente, la cui realizzazione è di competenza di RFI avviene, a valle del bivio con scambi S60 UNI/400/0.094 ed intersezione I60UNI/0,094-0,12-0,12-0,12, sia lato Catania che lato Messina, mediante due curve di R= 280 mt (binario dispari) e R= 326 mt (binario pari), con V=60 km/h e due rampe di circa 640 mt (binario dispari) e 649 mt (binario pari) con pendenza del 4-6‰. L’intervento di progettazione termina al km 18+106 bin. dispari e km 18+222 del bin. pari in prossimità delle P.S.E. di innesto alle linee esistenti, in corso di progettazione da parte RFI. Il limite di competenza dello Stretto Di Messina è delimitato alla fine della galleria artificiale naturali al Km 17+573,75 del binario pari.

Nell’area interclusa dalle due curve di raccordo alle linee esistenti è stata inserita un’area di triage per consentire l’esodo in caso di emergenza con relativo accesso dei mezzi di pronto intervento.

Facendo poi una comparazione altimetrica con il progetto preliminare si evidenzia un abbassamento generalizzato della livelletta della galleria S. Agata dovuto alla necessità di aumentare la copertura della galleria al fine di evitare consolidamenti localizzati che aumenterebbero i costi ed i tempi di esecuzione dell’opera.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 Il Posto di Manutenzione

Come già accennato, la localizzazione del Posto di Manutenzione RFI è stato oggetto di accurato esame progettuale. Secondo le richieste avanzate per le vie brevi dai tecnici di RFI, risulta preferibile localizzare il Posto di Manutenzione principale lato Sicilia anziché lato Calabria vista la maggiore distanza dal Ponte della Stazione di Messina rispetto a quella tra Ponte e Villa San Giovanni.

L'area individuata è in località Guardia in prossimità del km 5+500 (fra le gallerie S. Agata e S. Cecilia) nei pressi di una cava esistente.

Il Posto di Manutenzione ferroviario è attrezzato per il ricovero dei carrelli ferroviari destinati alle attività manutentive relative sia agli impianti tecnologici (in particolare la linea di contatto TE) che all'armamento. Inoltre è dotato di binari ed aree atti al ricevimento dei treni destinati agli interventi di rinnovo e di spazi adeguati per lo stoccaggio dei materiali. Infine sono previsti i seguenti edifici occorrenti sia per il personale che per i necessari impianti tecnologici:

- Fabbricato di Servizio
- Fabbricato Ricovero Carrelli
- Edificio Assistenza Sanitaria
- Posto Tecnologico (cabine di alimentazione, locali VV.F., etc)
- Eliporto

In particolare:

- n°2 binari di ricovero carrelli L=70 mt ciascuno coperti con tettoia per i primi 40 mt
- n°3 binari per ricovero treni di rinnovo con lunghezza di 200 mt ciascuno
- asta di manovra L= 150 mt circa
- area di stoccaggio materiali in adiacenza ai binari di ricovero, mq 4200
- area triage circa 600 mq
- impianto di stoccaggio combustibile (gasolio di autotrazione) della capacità 9 mc per rifornimento carrelli.

Il fabbricato di servizio garantisce l'alloggiamento di 25 agenti manutentori ed è provvisto di tutte le predisposizioni richieste.

I binari del Posto di Manutenzione hanno la pendenza pari a 1,2 per mille.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3 Sottostazione elettrica (SSE)

In adiacenza al posto di manutenzione è stata ubicata la Sottostazione elettrica che alimenta la Trazione Elettrica di 3 kV di tutta la linea sia in Sicilia che in Calabria.

La corrente elettrica arriva via cavo in corrente alternata ad Alta Tensione a 145 KV e tramite due trasformatori più un gruppo di scorta situati all'aperto viene ridotta a 3 KV.

I convertitori poi situati all'interno del fabbricato passano la corrente da alternata a continua.

Le dimensioni complessive della SSE sono 100 ml per 70ml ed è collegata alla galleria ferroviaria S. Cecilia mediante un cunicolo contenente l'alimentazione TE. La SSE è chiusa da una recinzione a lastre prefabbricate in cemento armato appoggiata ad un cordolo continuo sempre in c.a. L'altezza fuori terra è di 2,10 ml.

Il piano finito della sottostazione è stato posizionato a quota 46,50 ml qualche metro più in alto del Posto di Manutenzione. Questo consente un corretto deflusso delle acque di pioggia verso la stazione di trattamento situato nella parte est in basso del PM.

Lo spigolo della recinzione lato Nord è stato consolidato con una paratia di diaframmi non tirantati dello spessore di 120 cm ed un'altezza max fuori terra di 5 ml. Le lunghezze della paratia in pianta sono 17,20 e 23,50 ml. Si è resa necessaria la sua realizzazione stante il dislivello di questa con il terreno esterno che non può essere rimosso poiché contiene i tiranti delle paratie di sostegno dell'imbocco della galleria artificiale S.Cecilia.

L'ingresso alla SSE è garantito da un unico accesso stradale collegato direttamente sia al Posto di Manutenzione adiacente sia alla Strada Provinciale Panoramica che scorre in prossimità e parallela all'ingresso.

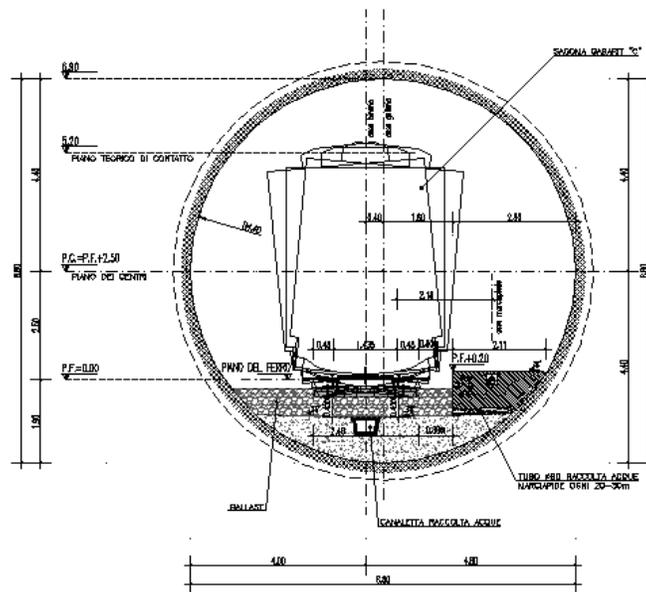
La strada asfaltata interna collega l'ingresso all'unico edificio presente all'interno e che contiene i convertitori collegati ai trasformatori, una sala quadri e tutte le apparecchiature di controllo e gestione della sottostazione.

La restante parte dei piazzali come pavimentazione è costituita da 25 cm di stabilizzato granulometrico compattato con rullo.

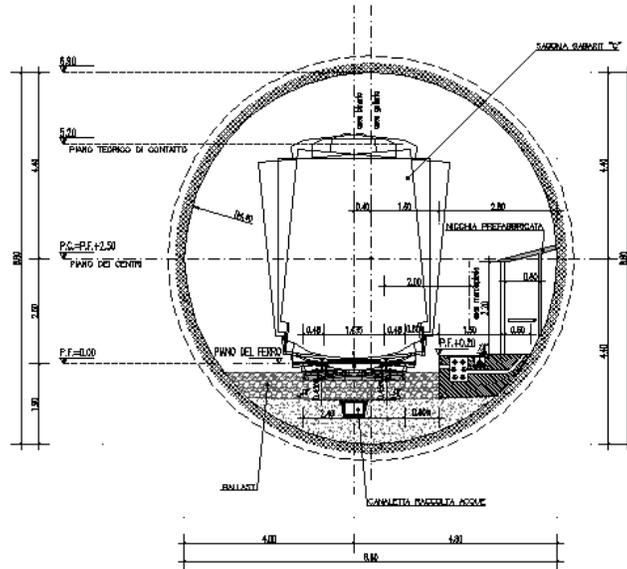
## 4 Sezioni tipo

### 4.1 Gallerie naturali

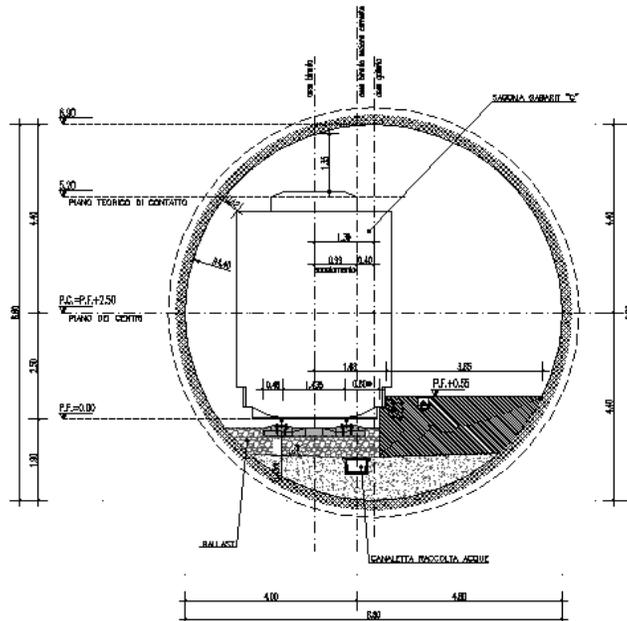
SEZIONE CORRENTE  
 $V \leq 200 \text{ Km/h}$



SEZIONE IN CORRISPONDENZA DELLA NICCHIA  
PREFABBRICATA PER IL RICOVERO DEL PERSONALE  
 $V \leq 200$  Km/h

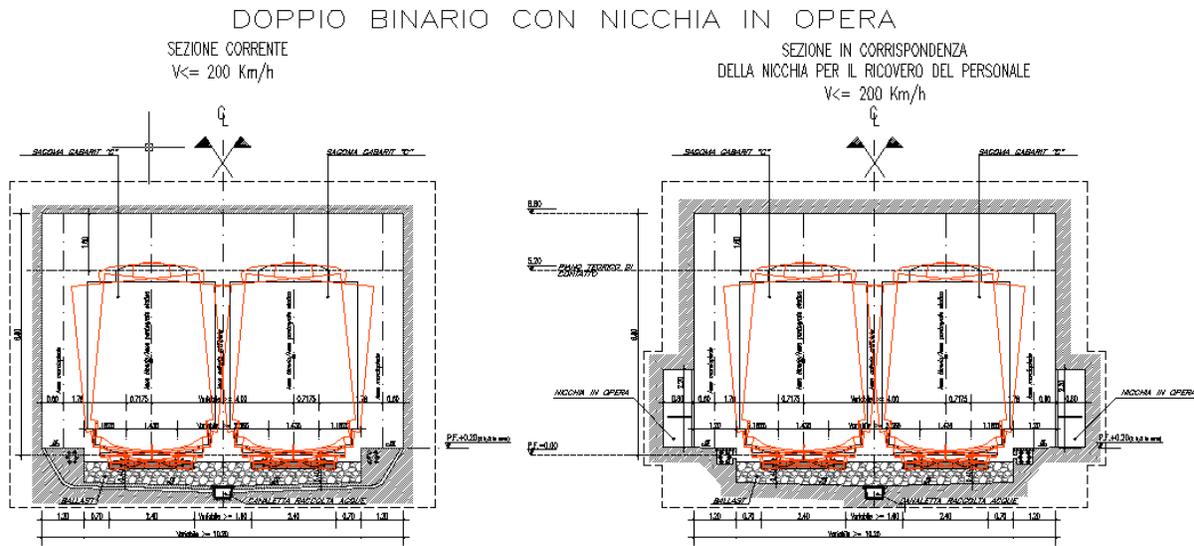


SEZIONE IN CORRISPONDENZA DELLA FERMATA EUROPA  
 $V \leq 200$  Km/h

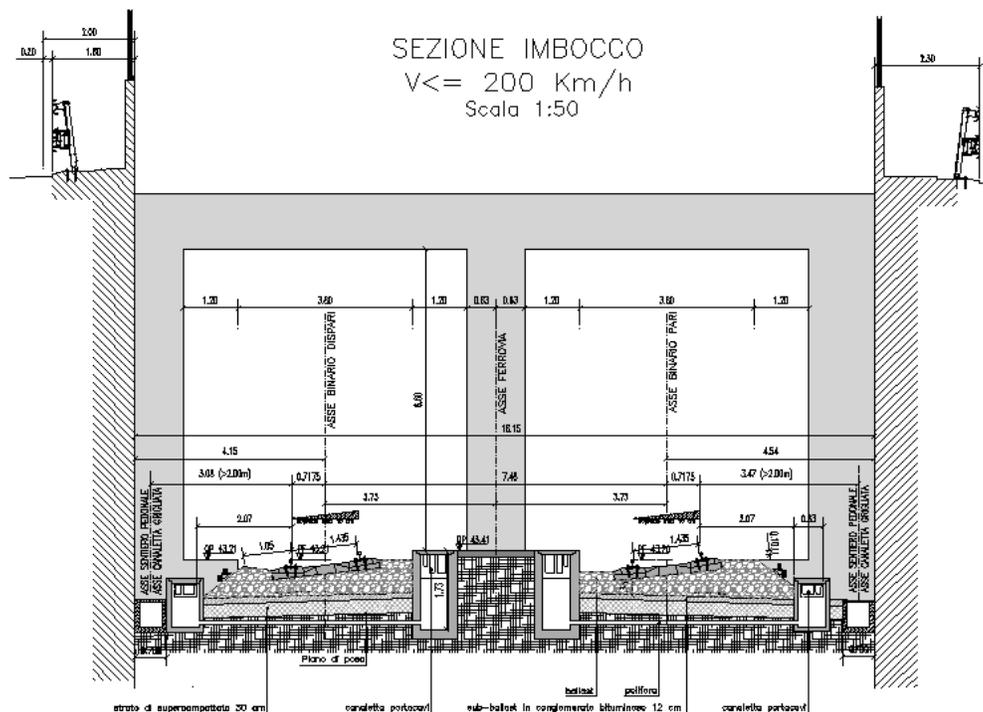




## 4.2 Gallerie artificiali

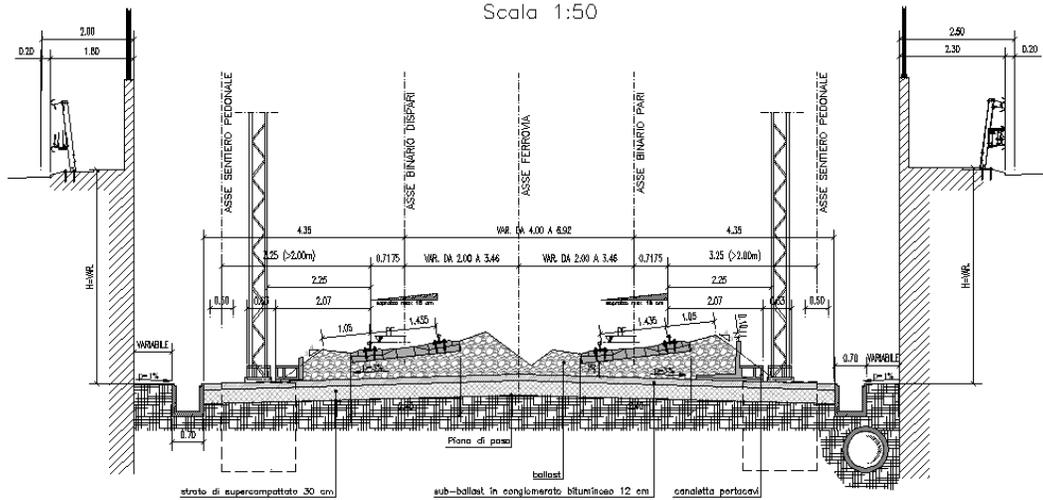


## 4.3 Tipologie imbocco S. Agata



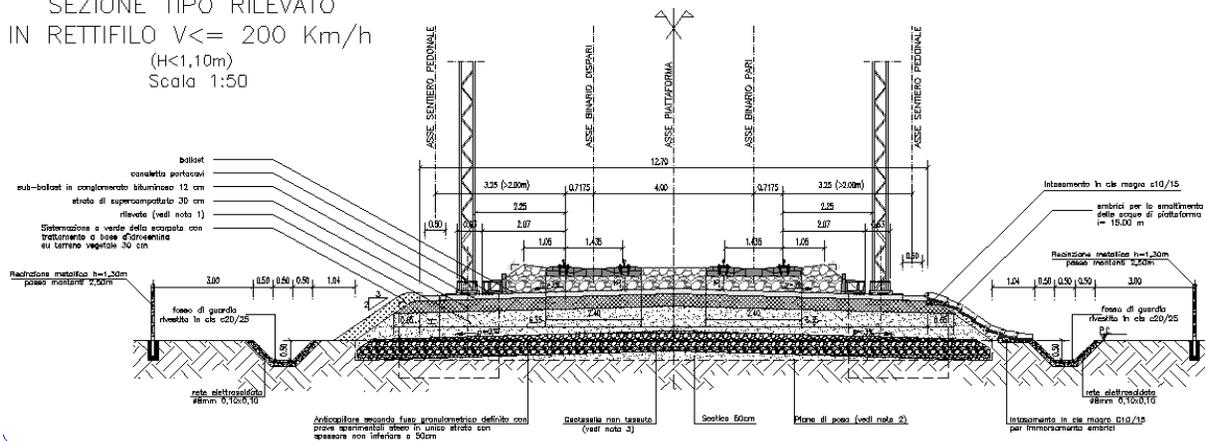
SEZIONE TIPO DA PROG. 0+715.616 A PROG. 0+946.717 (B.D.)  
V ≤ 200 Km/h

Scala 1:50

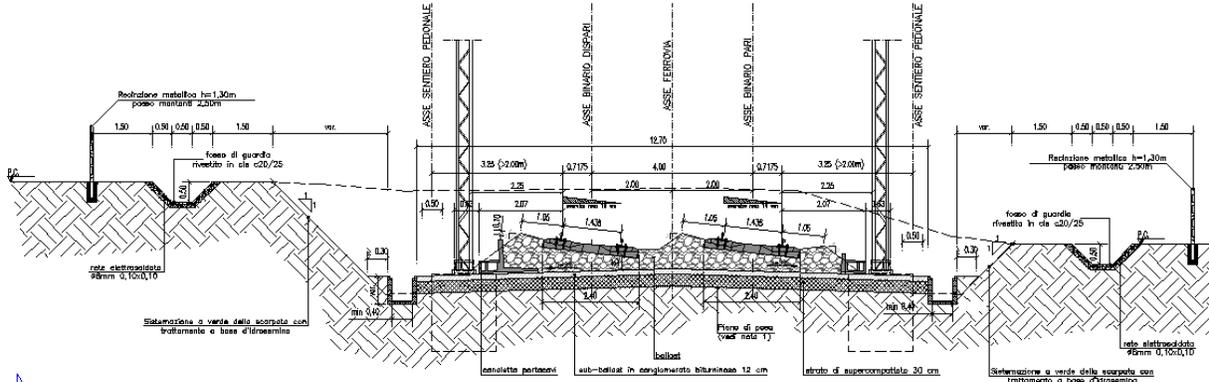


#### 4.4 Sezioni tipo rilevati e trincee

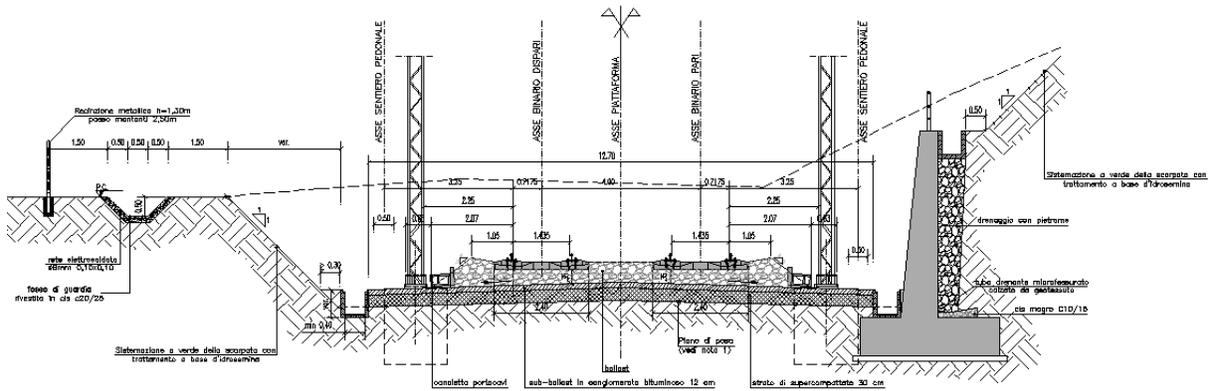
SEZIONE TIPO RILEVATO  
IN RETTIFILIO V ≤ 200 Km/h  
(H < 1,10m)  
Scala 1:50



**SEZIONE TIPO TRINCEA IN CURVA**  
 $V \leq 200$  Km/h  
Scala 1:50



**SEZIONE TIPO TRINCEA CON MURO**  
 $V \leq 200$  Km/h  
Scala 1:50





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

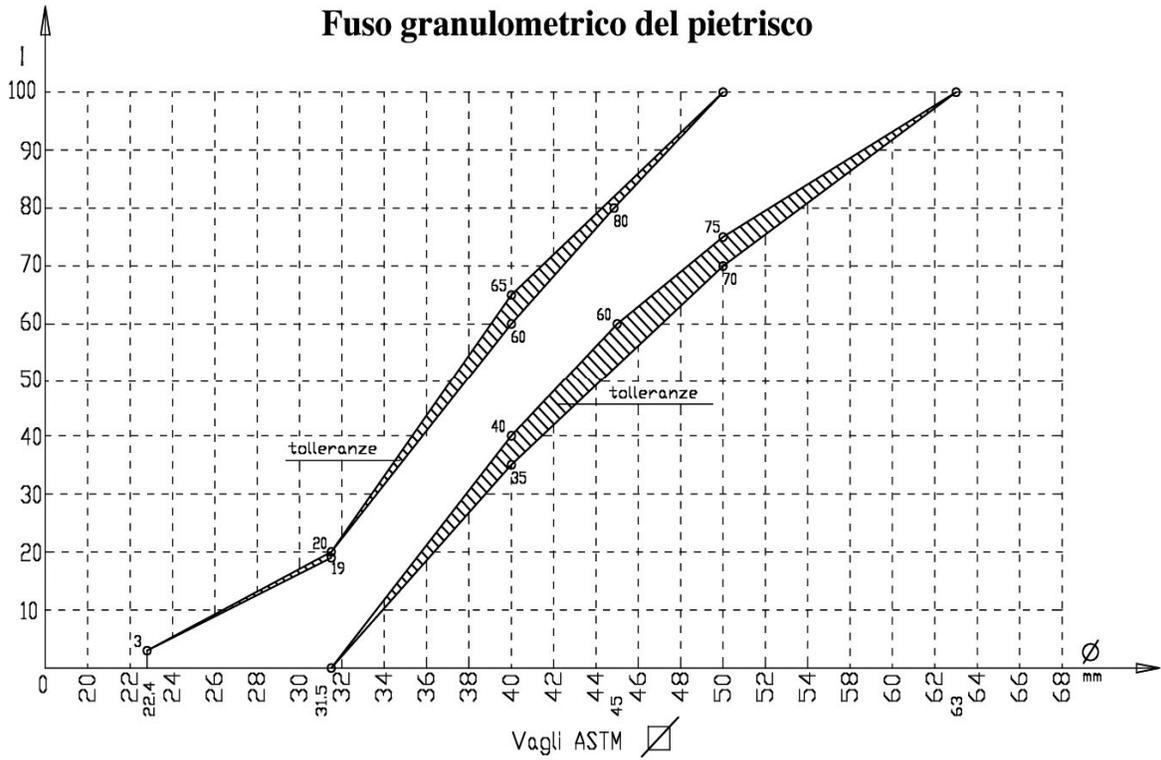
Si prevede l'impiego di rotaie di profilo normalizzato UIC 60 di qualità 900A (Fiche UIC 860.0: percentuale carbonio 0,60-0,80; percentuale manganese 0,8-1,3; percentuale silicio 0,10-0,50; percentuale fosforo 0,04; percentuale Zolfo 0,04; Carico di rottura 880-1.030 N/mm<sup>2</sup>; Tensione di esercizio 280 N/mm<sup>2</sup>) in barre da 36 o da 108m, posate con inclinazione dell'asse di 1/20.

Le singole rotaie sono collegate mediante saldature elettriche od alluminotermiche e regolate in modo da costituire una lunga barra saldata.

La massicciata è costituita da pietrisco proveniente da frantumazione di pietra viva estratta da strati di roccia idonea, non geliva ed avente

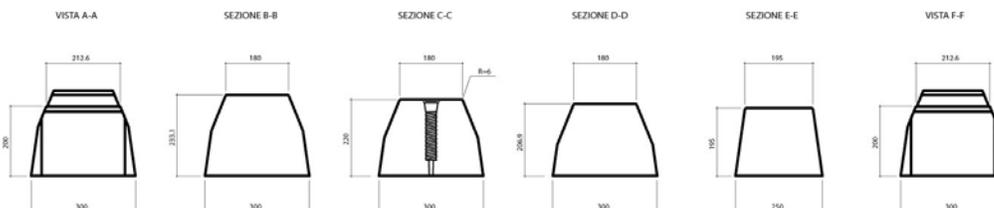
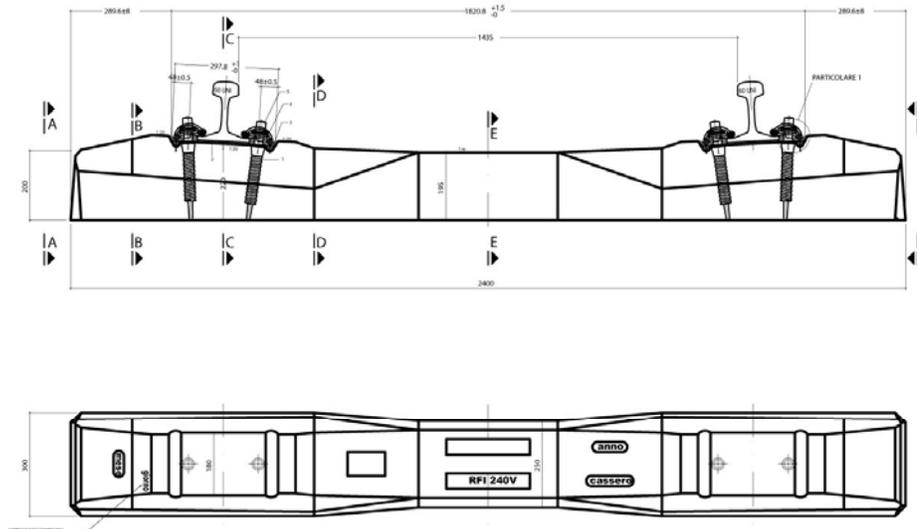
- una resistenza minima alla compressione di 1600kg/cm<sup>2</sup> con granulometria compresa fra i 30 ed i 60mm e fuso granulometrico riportato in figura 1,
- un contenuto in aggregato fine (passante al setaccio 0,5mm) ≤0,6%
- contenuto in polveri (passante al setaccio 0,063mm) ≤0,5%,
- indice di forma: percentuale in peso degli elementi aventi la dimensione minima inferiore ad 1/3 della massima ≤20% e percentuale in peso degli elementi aventi lunghezza maggiore o eguale a 100mm ≤4%,
- perdita di massa: coefficiente Los Angeles ≤15%,
- gelività: G≤20%,
- rischio amianto; indice di rilascio ≤0,01%.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



**Fig. 1**

**Traversa monoblocco RFI 240V**



Per conferire

- al binario una sufficiente resistenza in senso trasversale capace di assicurare un'ideale stabilità planimetrica,

è stata adottata una traversa in c.a.p. monoblocco lunga 2.40m con le seguenti indicative caratteristiche geometriche e di massa

- lunghezza 2,40m,
- altezza sotto rotaia 0,22 m,
- larghezza massima 0,30m ,
- massa 310kg.

Le tolleranze di produzione ammesse dovranno essere:

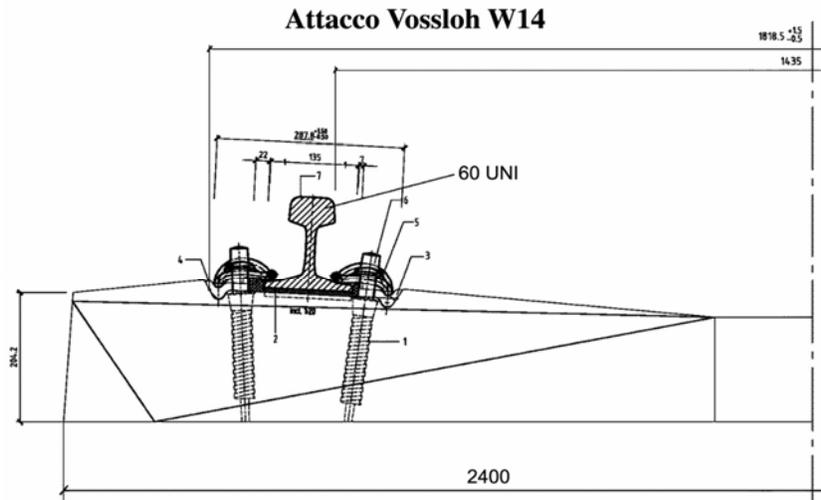
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

± 10mm in lunghezza,  
± 5mm in larghezza,  
+8/-2mm in altezza,  
± 5% sull'inclinazione di 1/20 dei piani di appoggio delle rotaie;  
± 1,5mm% sull'interasse fra due qualsiasi tasselli in polietilene incorporati nella traversa.  
Il modulo delle traverse è di 60±3cm.

Il materiale da impiegare nella fabbricazione delle traverse dovrà essere

- cemento: del tipo ad alta resistenza con resistenza a compressione dopo 28 giorni non inferiore a 41,7N/mm<sup>2</sup>;
- inerti naturali o di frantumazione: costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze pulverulente, limoso o argillose, di gesso, di sostanze organiche o, comunque nocive all'indurimento del conglomerato ed alla conservazione del calcestruzzo, di dimensioni assortite e quelle massime devono essere tali che il conglomerato possa passare agevolmente attraverso tutti gli spazi fra i tondini dell'armatura;
- acciaio
- carico unitario di rottura
- per acciaio  $\Phi \leq 8\text{mm}$  non inferiore 1620N/mm<sup>2</sup>,
- per acciaio  $\Phi \geq 8\text{mm}$  non inferiore 1570N/mm<sup>2</sup>,
- allungamento percentuale a rottura  $\leq 5\%$ ,
- carico limite per una deformazione permanente allo 0,2% non inferiore a 1420 N/mm<sup>2</sup>,
- resistenza a piegamenti senza che sopravvengano rotture o fessurazioni
- per acciaio  $\Phi \leq 8\text{mm}$  a non meno di 4 piegamenti alterni a 180° su mandrino di diametro 4 volte superiore al diametro dei tondini,
- per acciaio  $\Phi \geq 8\text{mm}$  una prova di piegamento semplice a 180° su mandrino di diametro 5 volte superiore al diametro dei tondini;
- rilassamento per acciaio  $\Phi \geq 8\text{mm}$  3% a 120 ore e 5,5% a 1000ore;
- sul diametro dei tondini
- per acciaio  $\Phi \leq 8\text{mm}$  +2%,
- per acciaio  $\Phi \geq 8\text{mm}$  ±1%.

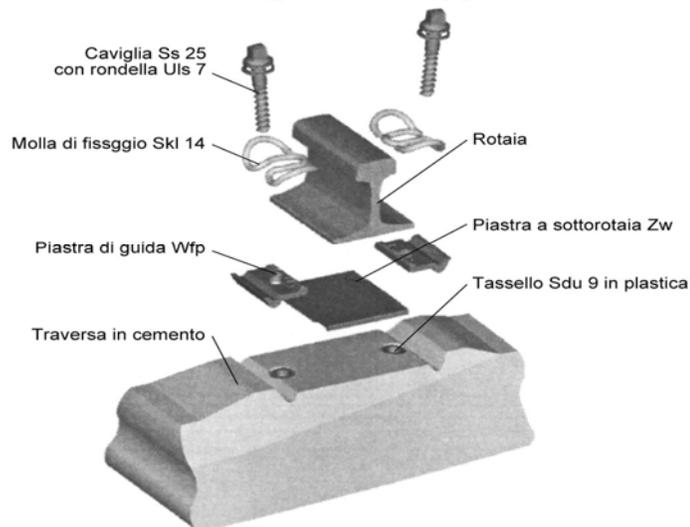
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



**Fig. 2**

L'armatura di precompressione delle traverse dovrà essere completata con un'armatura lenta alle testate realizzata con barre di acciaio ad aderenza migliorata del tipo FE B 44 K. La precompressione delle traverse può essere del tipo preteso o posteso.

**Sistema W14 per il fissaggio di rotaie**



**Fig. 3**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

L'organo di appoggio/attacco è di tipo indiretto elastico a posa diretta idoneo a sopportare un carico per asse fino a 250kN per asse a 300km/h.

L'ancoraggio è assicurato da una caviglia avvitata ad un tassello in plastica sostituibile inserito nel manufatto in c.a.p. , con foro di drenaggio nella parte inferiore della traversa. (Fig. 2 e 3)

L'organo di attacco garantisce l'assorbimento delle forze laterali senza che esse agiscano sulla molla elastica e sulla caviglia, fornendo la protezione contro il ribaltamento/rotazione della rotaia e contro le sollecitazioni che superino il valore di deformazione permanente dei suoi elementi elastici.

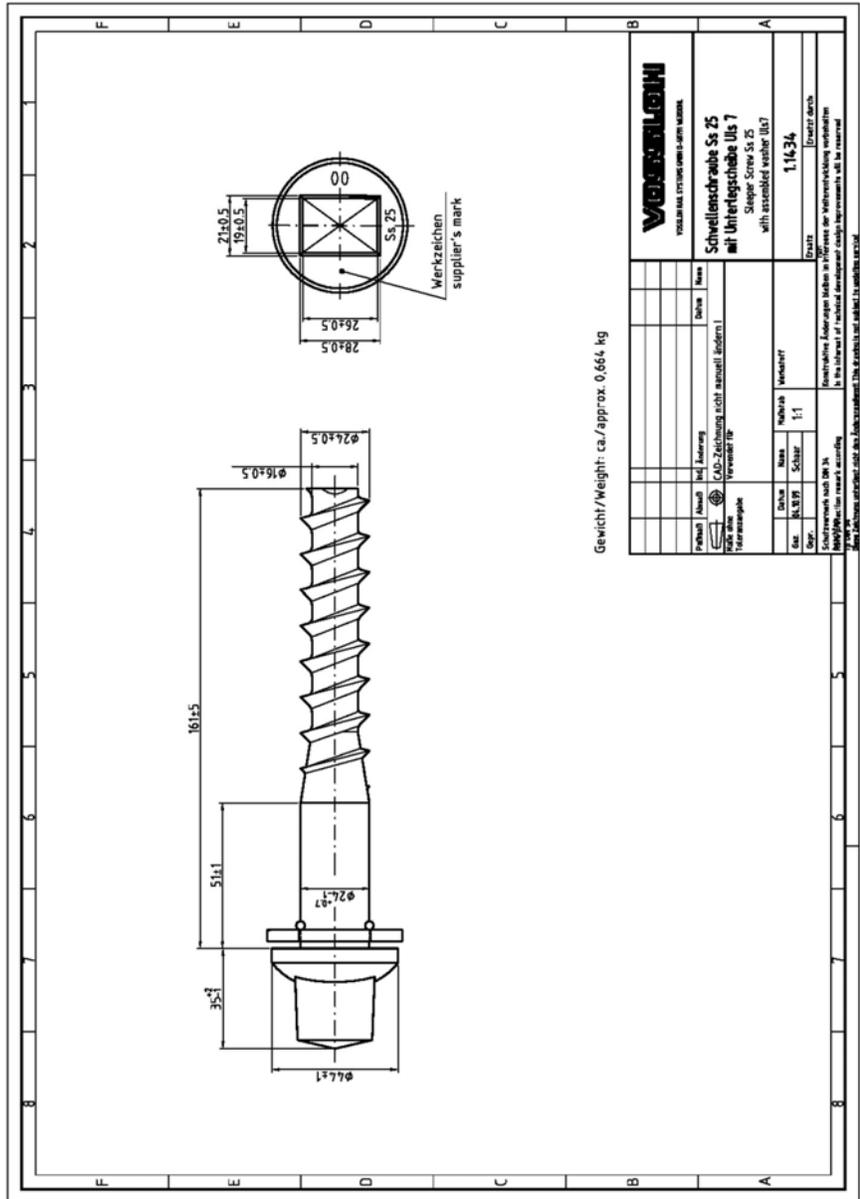
Il sistema di fissaggio garantisce un isolamento del binario di 2,5Ohm×km e non meno di 5.000Ohm tra le due sedi della rotaia di una traversa.

Il carico minimo di serraggio di 5,5kN garantito sotto il carico verticale di 250kN rende l'attacco idoneo alla regolazione della rotaia in lunga barra saldata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0        20/06/2011

Il suddetto organo è costituito da

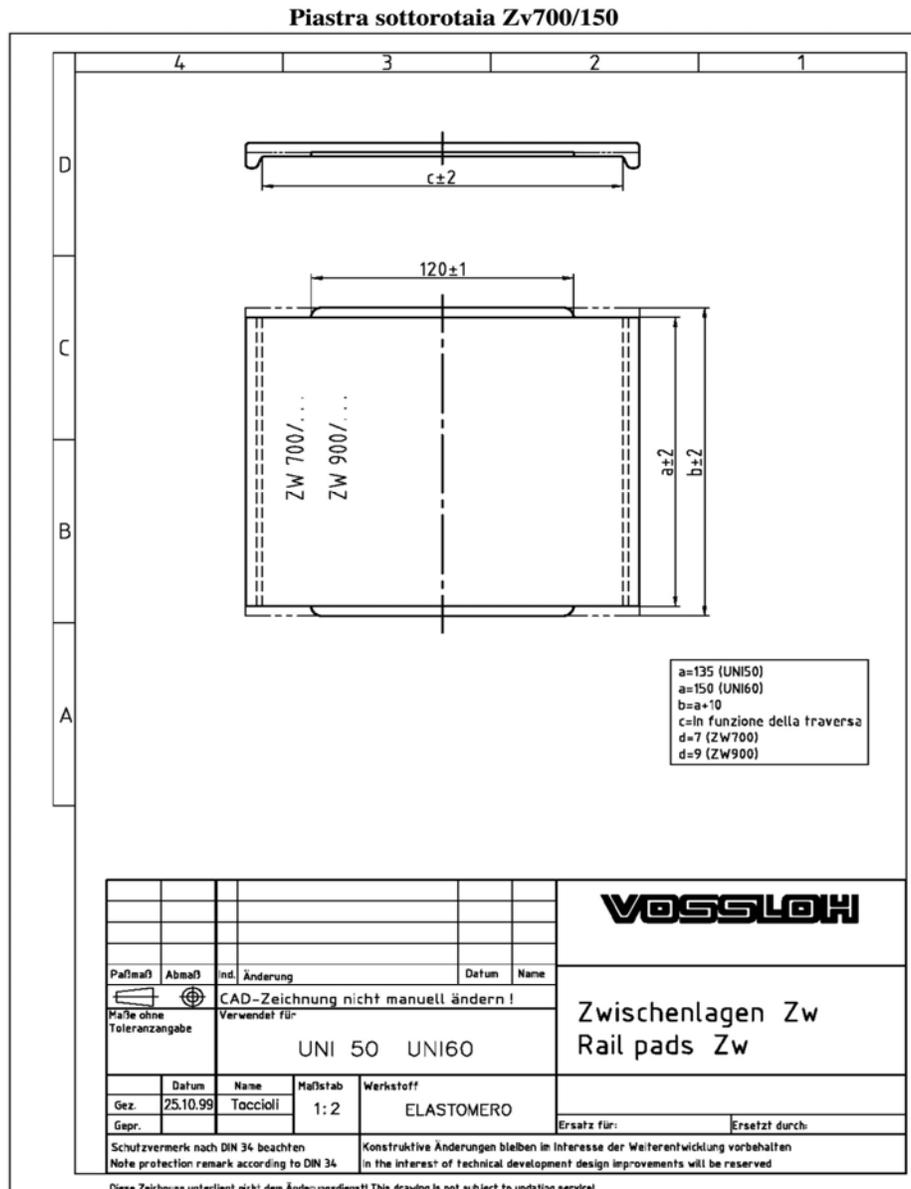
**Caviglia Ss25 e rondella Uls7**



- cavigliaSs25 e rondella non sfilabile Uls 7 in acciaio non temprato con carico di

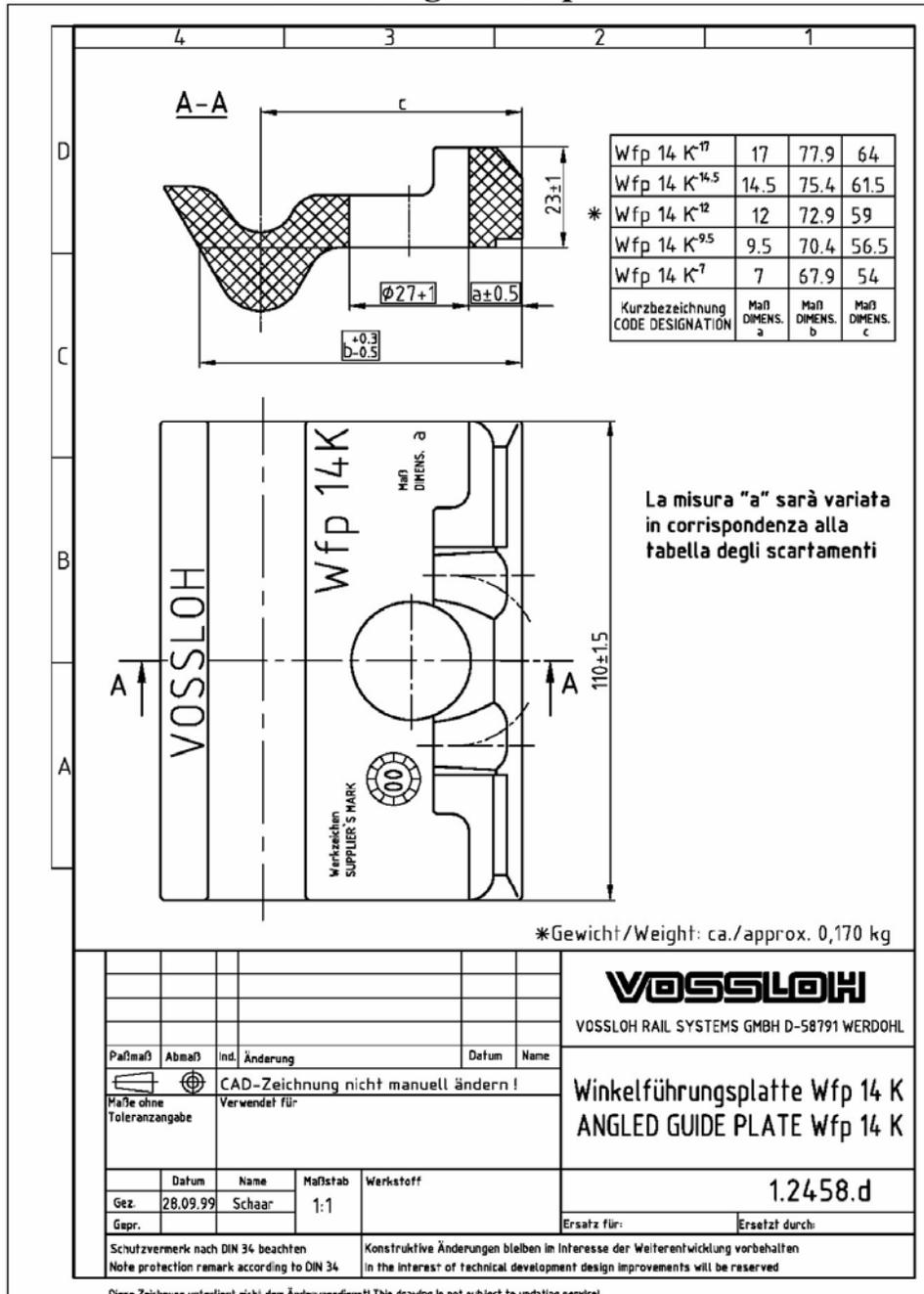
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

rottura minimo di 500N/mm<sup>2</sup>,allungamento minimo di rottura del 20%, carico di snervamento minimo di 300N/mm<sup>2</sup>;



- piastra sottorotaia in gomma Zv700/150, realizzata per stampaggio a iniezione in EVA stabilizzato ai raggi ultravioletti con 1-1,5% di carbone amaro per garantire un'elasticità statica di 150kNmm±10% ed un'elasticità dinamica maggiore di 400kN/mm(tolleranze: spessore ±0,5mm, lunghezza ±2mm, larghezza ±2mm);

**Piastrino di guida Wfp14k-12**

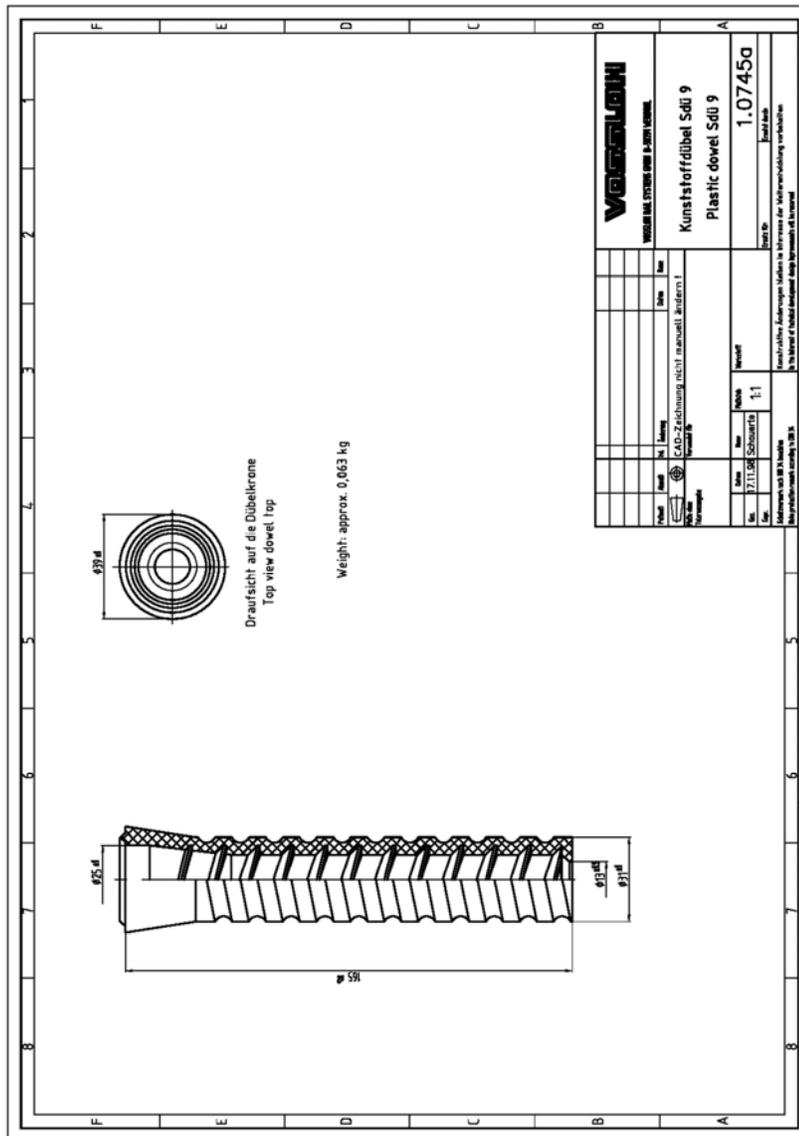


**Fig. 4**

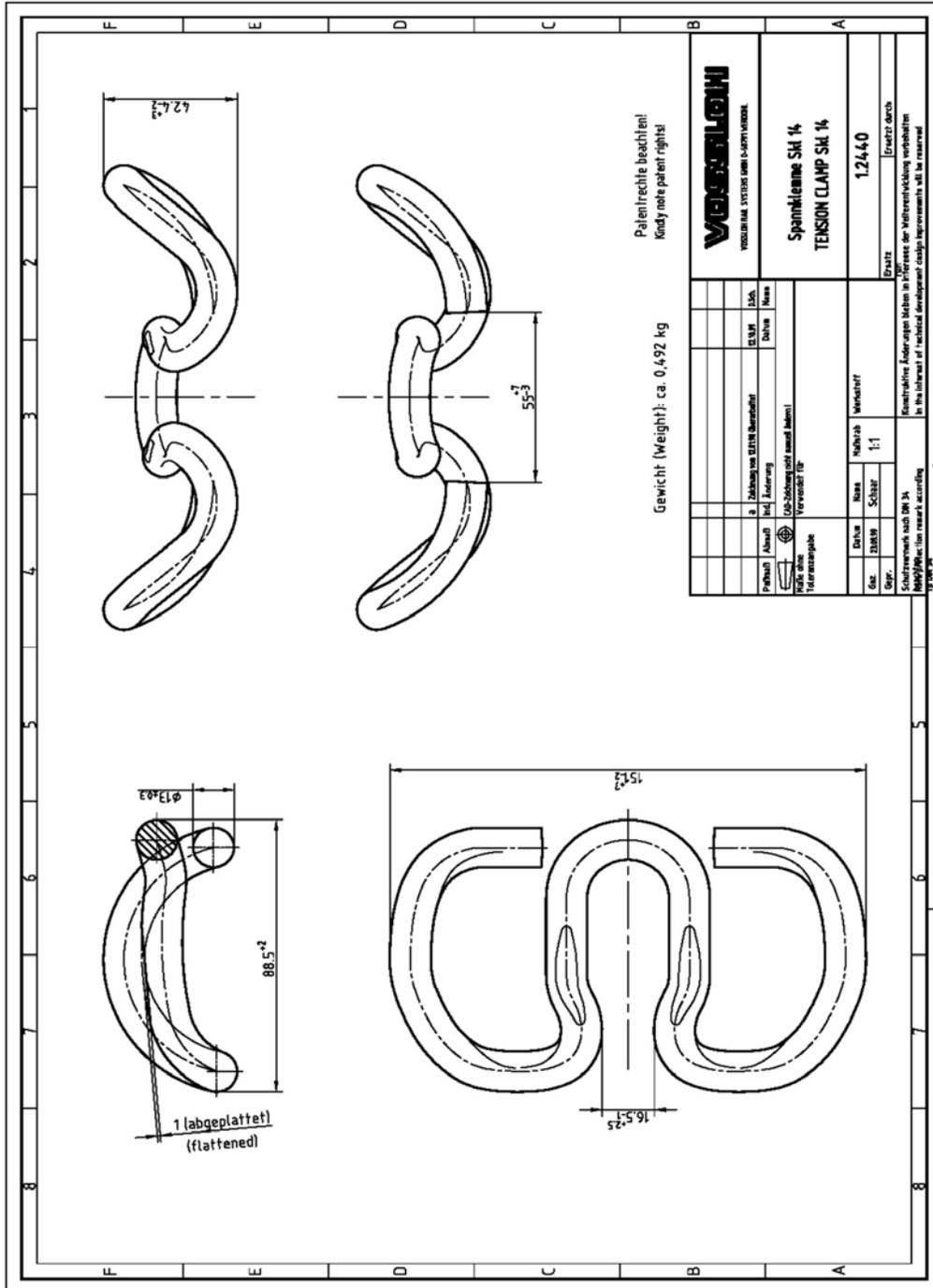
- Isolatore in materiale sintetico: piastrino di guida angolare Wfp 14K-12 (Fig. 4 )

realizzato per stampaggio a iniezione da poliammide 6,0 o 6,6 rinforzato con 30% di fibre di vetro (densità 1,35-1,45 g/cm<sup>3</sup>), tassello Sdu9 realizzato per stampaggio a iniezione con polietilene ad alta densità ( > 950g/cm<sup>3</sup> ) e resistività elettrica di volume minima di 10<sup>8</sup>Ohm×cm (tolleranze: lunghezza ±2mm, diametro esterno ±1mm, diametro interno. ±1mm);

**Tassello Sdu 9**



**Molla di fissaggio Skl 14**



Organo di serraggio: molla di fissaggio Skl 14 composta da una lega in acciaio del tipo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

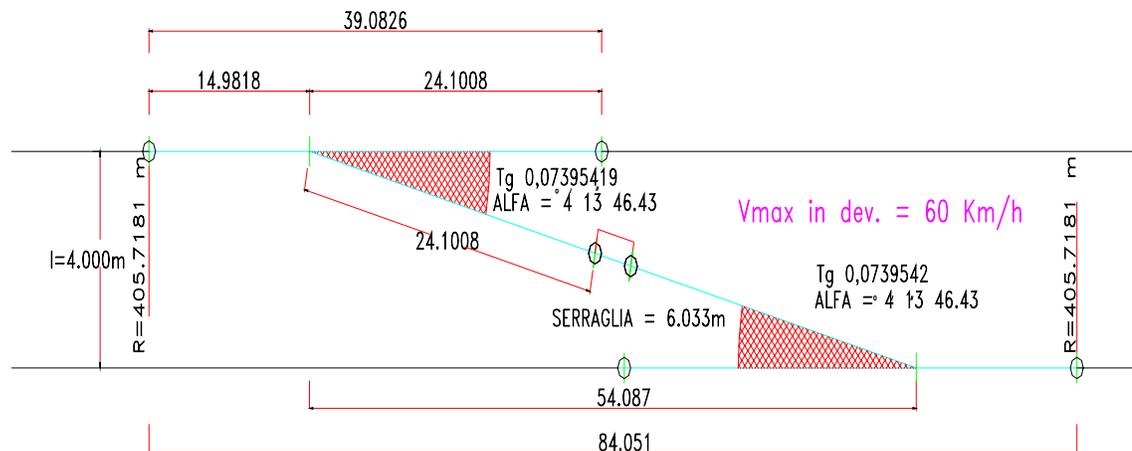
38 Si 7 (resistenza a trazione di 700-820N/mm<sup>2</sup>), trattata termicamente per raggiungere una durezza di 400-460Vickers HV30, atta a garantire una forza di serraggio minima di 10kN, una deflessione elastica maggiore di 13mm ed una resistenza longitudinale allo scorrimento della rotaia pari ad almeno 4,5kN.

Non sono previsti organi di giunzione in quanto si prevede di regolare le rotaie in lunga barra saldata, né giunti a becco di flauto per l'assenza di travate continue di lunghezza superiore a 100m.

## 6 Gli scambi

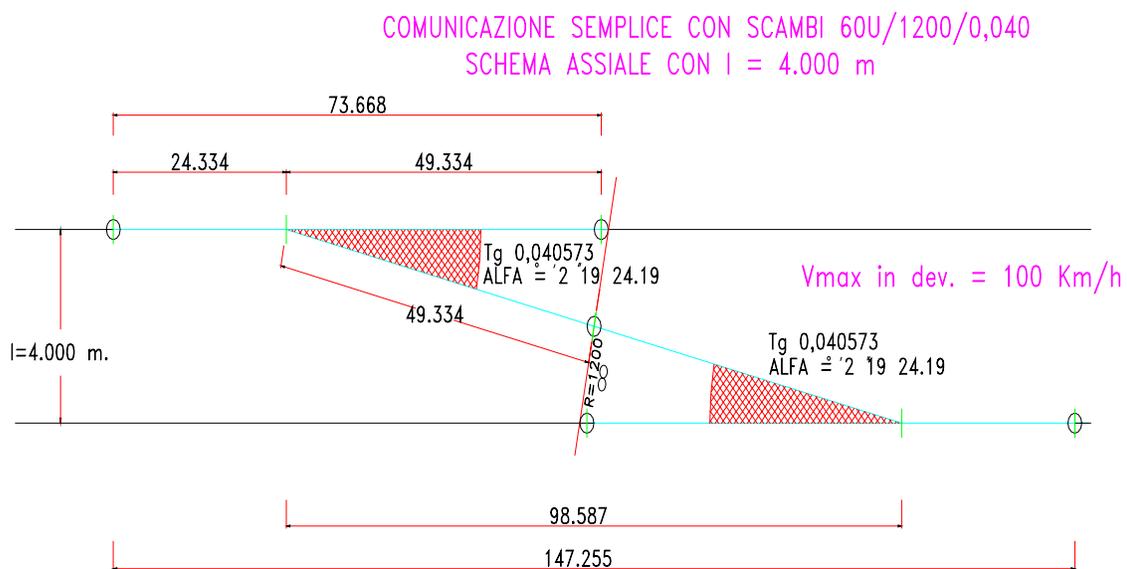
Gli scambi saranno del tipo 60U/400/0,074 con cuore a punta fissa permettono una velocità in deviata pari a 60km/h

COMUNICAZIONE SEMPLICE CON SCAMBI S60U/400/0,074  
SCHEMA ASSIALE CON l=4.000 m



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Gli scambi saranno del tipo 60U/1200/0,040 con cuore a punta fissa permettono una velocità in deviata pari a 100km/h



Le velocità in deviata indicate sono i valori raggiungibili in base alla geometria dello scambio ed ad un'accelerazione non compensata di  $0,60 \text{ ms}^{-2}$ ; l'effettiva velocità con la quale verranno impegnate le deviate sarà determinata dal sistema di segnalamento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 7 La regolazione in lunga barra saldata

E' noto che una rotaia rigidamente collegata in senso longitudinale ad una traversa correttamente annegata in una massicciata non inquinata presenta un tratto centrale immobile non appena supera la lunghezza limite

$$l_{lim} = 2 \frac{237 A (t_{max} - \bar{t}) - R_g}{r_m} m$$

dove  $A$  è l'area della sezione trasversale della rotaia,

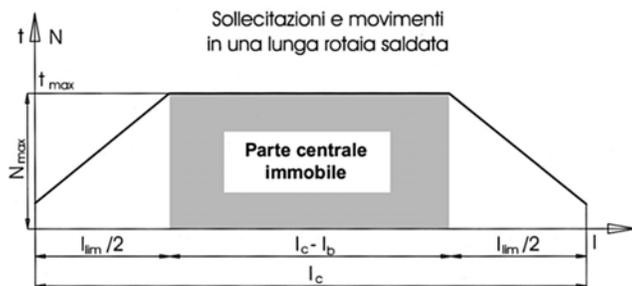
$t_{max}$  è la temperatura massima raggiunta dalla rotaia,

$\bar{t}$  è la temperatura media fra il valore massimo e quello minimo dell'escursione stagionale,

237 è il prodotto fra coefficiente di dilatazione termico dell'acciaio ed il suo modulo di elasticità,

$R_g$  è la resistenza longitudinale offerta dalle ganasce di giunzione alla testata,

$r_m$  è la resistenza specifica offerta dalla massicciata,



assumendo un comportamento da lunga rotaia saldata, una rotaia, cioè, nell'ambito della quale è possibile distinguere

- una parte centrale nella quale la rotaia rimane immobile a seguito delle azioni di vincolo che esercitano su di essa, essenzialmente, il complesso della massicciata e degli organi di attacco, dove le variazioni di temperatura generano soltanto proporzionali variazioni di sforzi longitudinali;
- due estremità, sedi di movimenti longitudinali, di lunghezza funzione essenzialmente
  - della differenza fra temperatura massima raggiunta dalla rotaia e temperatura media fra temperatura massima e minima dell'escursione stagionale,
  - dell'area della sezione della rotaia,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

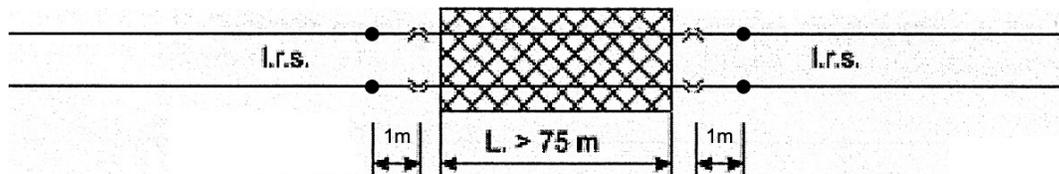
- della resistenza specifica offerta dalla massicciata (si ipotizza l'assoluta efficienza degli organi di attacco per cui non si presentano movimenti relativi fra traversa e rotaia).

Indicativamente una rotaia 60UIC con un'escursione termica stagionale di 60/70°C, ancorata mediante attacchi indiretti su una traversa in c.a.p. presenta una lunghezza limite di 100/110m.

Gli scambi con cuore a punta fissa, muniti di cuori monoblocco in acciaio fuso al manganese e con le estremità in ingresso e di uscita saldate alle rotaie attestanti, sono trattati come punti fissi ed inseriti nel corpo della lunga rotaia saldata. Gli scambi con cuore a punta mobile, invece, per la lunghezza dei loro componenti, non possono essere trattati come punti fissi, ma si deve procedere a regolare le rotaie intermedie interne ed esterne.

La lunga rotaia saldata è, invece, incompatibile con le travate metalliche di luce superiore a 75m con posa del binario direttamente sui longheroni (Fig. 5)

#### Lunga rotaia saldata in presenza di travate metalliche di luce > 75 m



**Fig. 5**

La regolazione delle rotaie in lunga barra permette di eliminare completamente gli organi di giunzione elevando il comfort di marcia dei treni, mantenendo il livello del binario con conseguente diminuzione degli oneri di manutenzione.

Per evitare accumuli di tensione nel corpo della rotaia con il pericolo che esse diventi instabile per carico di punta ( tale condizione si manifesta, secondo la Commissione ORE D14, in uno stato di compressione della rotaia di circa 100N/mm<sup>2</sup>) e che, quindi, si innestino pericolosi fenomeni di lineamento, vengono installati lungo linea picchetti di controllo attraverso i quali si verifica che non ci siano movimenti nella parte centrale e che nelle parti terminali i movimenti siano funzione della temperatura.

In altre parole, è di estrema importanza accertare che la rotaia non abbia spostamenti longitudinali per effetto delle forze di frenatura e di avviamento che le trasmettono i treni. Se, infatti, si dovesse manifestare tale fenomeno ne deriverebbe un'alterazione dell'equilibrio termico della lunga rotaia saldata nel senso che localmente la temperatura di regolazione

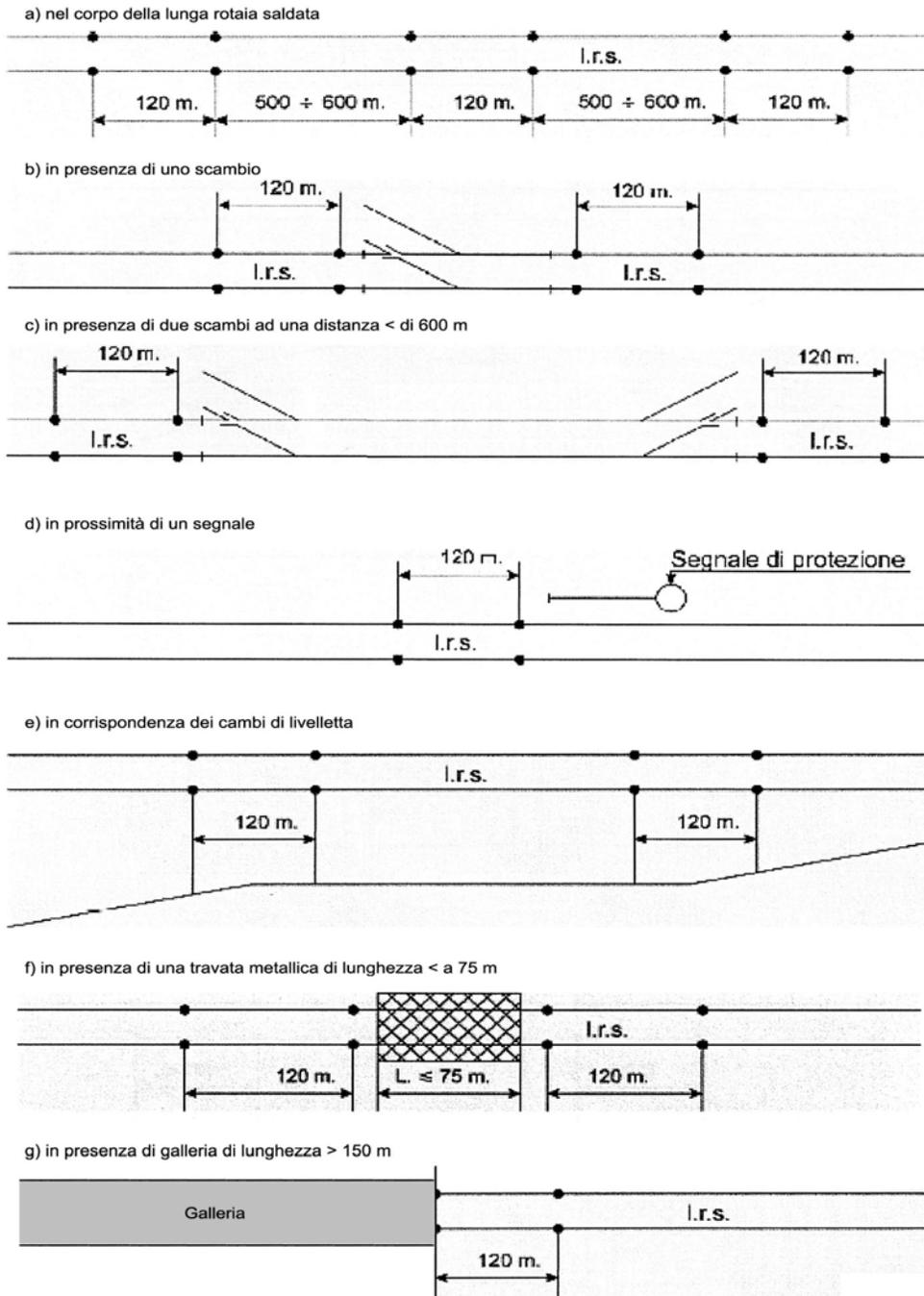
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

(temperatura per la quale la lunga rotaia saldata è priva di sollecitazioni interne) risulterebbe abbassata o alzata.

Nei tratti in cui la temperatura di regolazione si fosse abbassata aumenterebbe il salto termico nei periodi di alte temperature e, quindi, il pericolo che il binario entri in instabilità per carico di punta in quanto la massicciata non sarebbe più in grado di mantenerlo nella corretta posizione planimetrica. In altre parole si manifesterebbe un concreto pericolo di slineamento. Nei tratti in cui la temperatura di regolazione si fosse alzata aumenterebbe il salto termico nei periodi di basse temperature, la rotaia sarebbe sottoposta ad uno sforzo longitudinale più elevato di quello previsto in sede di regolazione (9,48kN/cm<sup>2</sup>) e, quindi, aumenterebbe il pericolo di sue rotture in linea.

Per controllare l'assenza di movimenti vanno praticati due punti di riferimento distanti 120m, bulinando, al momento della costituzione della lunga rotaia saldata, il fianco esterno della rotaia esterna in coincidenza con un filo teso fra due picchetti posti a lato del binario. Lo spostamento dei bulini rispetto al filo teso denuncia un allungamento od un accorciamento dell'originale distanza di 120m e, quindi, nel primo caso un innalzamento della temperatura di regolazione, nel secondo un abbassamento.

**Posizione dei traguardi in una lunga rotaia saldata**



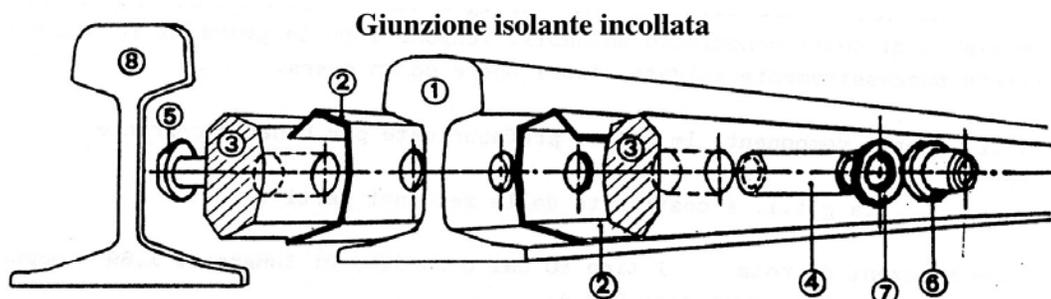
**Fig. 6**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per tener sotto controllo l'intera lunga rotaia saldata i bulini saranno effettuati ed i picchetti saranno posati (Fig. 6)

- ad 1m dalla testata della lunga barra,
- nel corpo della stessa ogni 500/600m,
- in corrispondenza dei deviatori
- in corrispondenza dei segnali di protezione,
- in corrispondenza delle gallerie di lunghezza superiore a 150m,
- in corrispondenza dei cambi di livelletta.

Nel corpo della lunga rotaia saldata saranno inseriti i giunti isolati incollati prefabbricati che delimitano i circuiti di binario. Essi saranno costituiti da



- |                        |                       |                     |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 - Spezzone di rotaia | 4 - Cannotti isolanti | 7 - Rosetta piana   |
| 2 - Ganasce isolanti   | 5 - Chiodi            | 8 - Sagoma isolante |
| 3 - Ganasce metalliche | 6 - Collari           |                     |

- due spezzoni di rotaia 60UIC di lunghezza di 3,00m in acciaio duro tipo 900°,
- due ganasce in acciaio tipo 900 per rotaie ottenute per laminazione,
- quattro chiodi ad alta resistenza ed a bloccaggio irreversibile, con testa a bottone con diametro nominale di 46,2mm, gambo con diametro nominale di 25,6mm e lunghezza della parte liscia di 114,3mm, muniti di collare di serraggio e di rosetta piana,
- due ganasce di materiale isolante,
- quattro canotti isolanti per chiodi,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- una sagoma isolante, a profilo di rotaia, di nylon 66 da interporre fra le testate degli spezzoni di rotaia costituenti la giunzione.

I giunti isolati incollati, secondo prestabiliti piani di campionatura, saranno sottoposti a

- prove di resistenza meccanica:
  - trazione assiale,
  - flessione dinamica al pulsatore
- prove elettriche di isolamento:
  - rigidità dielettrica,
  - resistenza ohmica.

I giunti isolati incollati saranno posati in modo da far risultare la sagoma isolante al centro del vano fra gli appoggi limitrofi, le loro estremità disterà non meno di 10cm dal più vicino appoggio e disteranno da altre saldature almeno 3m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8 Armamento del cavallotto e dell'impalcato

Sulla struttura terminale del ponte, in particolare sul cavallotto in carpenteria metallica della lunghezza di circa 55 m, è previsto un attacco diretto fra i binari e l'impalcato, mentre per il viadotto Pantano della lunghezza di circa 236 m, è previsto un armamento di tipo tradizionale con utilizzo del ballast.

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati inerenti la soluzione progettuale proposta.

STRUTTURA TERMINALE SICILIA:

CG1002-PAXDPSV-S8VS000000-01  
CG1002-PDXDPSV-S8VS000000-01  
CG1002-PPXDPSV-S8VS000000-01  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-01  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-02  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-03  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-04  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-05  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-06  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-07  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-08  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-09  
CG1002-PBXDPSV-S8VS000000-010

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9 Giunto di dilatazione

Il giunto di dilatazione dell'impalcato del ponte è costituito da due elementi separati.

Per quanto riguarda la sua descrizione specifica, si riporta di seguito l'elenco degli elaborati inerenti la soluzione progettuale proposta.

GIUNTI:

6-2101\_CG1000-PDXDPSS-A0GE000000-01

6-2102\_CG1000-PDXDPSS-A0GE000000-02

6-2103\_CG1000-PDXDPSS-A0GE000000-03

6-5001\_CG1000-PBXDPSS-P2FE000000-01

CG.10.00-P-CL-D-P-SS-A0-AM-00-00-00-01\_A\_DR-Expansion\_joints

CG.10.00-P-SP-D-P-SS-A0-AM-00-00-00-02\_A\_PS-Railway Exp Joints

E03885-000-03

E03886-000-03

E03887-000-01

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>ARMAMENTO-RELAZIONE TECNICO</b> <b>DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SF0333_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10 Attraversamento stradale a raso della ferrovia

Nel tratto siciliano sono localizzate tre piattaforme carrabili a raso per l'accesso dei mezzi bimodali della lunghezza minima di 12 m, rispettivamente:

- in corrispondenza dell'imbocco della galleria artificiale S.Agata alla prog. 0+953 circa (BP)
- nel posto di Manutenzione, alla prog. 5+510 circa (BP)
- in corrispondenza dell'all'area di Triage del bivio Gazzi, (fuori tratta di competenza SDM)

Trattasi di lastre in calcestruzzo indurito con classe di resistenza a compressione C40/50 e con armatura costituita da barre d'acciaio ad aderenza migliorata B450C delle dimensioni di 1200 x 1290 relativamente alle lastre centrali, e di 1200 x 1400 per quelle di testata.

Con riferimento ad uno scartamento dei binari di 1435 mm e un passo traverse di 60 cm, alleghiamo le schede tecniche.

