

Catenaria rigida

Applicazioni nelle gallerie di RFI

Claudio Spalvieri

RFI - Direzione Tecnica

Energia



INDICE

01	La scelta della catenaria rigida in RFI	3
02	Applicazioni nel settore ferroviario	5
03	La Specifica Tecnica RFI	8
04	Confronto catenaria rigida/elastica	29
05	Conclusioni	37



La scelta della catenaria rigida in RFI



La scelta della catenaria rigida in RFI

- Rinnovi T.E. in gallerie di sezione ridotta
- Numerosi progetti di nuove elettrificazioni di linee esistenti
- Necessità di realizzare catenarie conformi alla STI Energia



Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 097 A del 13.12.2018



Applicazioni nel settore ferroviario



Applicazioni nel settore ferroviario

Ad oggi la catenaria rigida trova principale impiego:

- Negli impianti metropolitani
- Nelle officine di manutenzione dei rotabili
- Nelle gallerie ferroviarie di alcuni Gestori dell'Infrastruttura

Il principale vantaggio si ha in mancanza di spazi sufficienti per l'attrezzaggio della catenaria elastica tradizionale.

Alcuni esempi:

Tunnel ferroviari-SBB

Barcelona Sants-Adif

Tunnel ferroviari-ÖBB

Metropolitana di Roma-Linea C

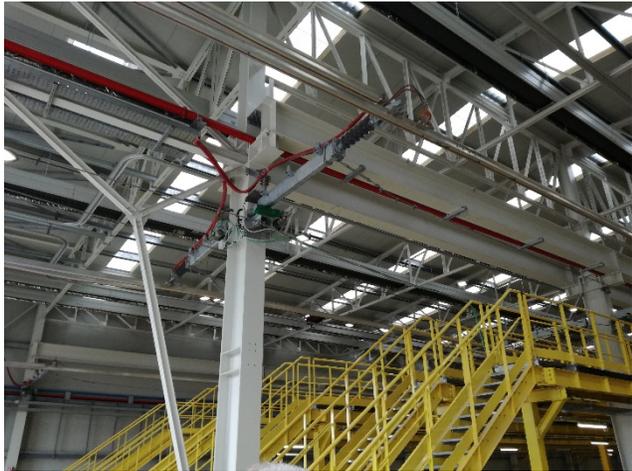
Berlin Hauptbahnhof-DB

Deposito manutenzione rotabili
di Mestre (VE)-NTV

Applicazioni nel settore ferroviario



Berlin Hauptbahnhof-DB



Deposito di Mestre (VE)-NTV



Barcelona Sants-Adif



Metropolitana di Roma-Linea C

La Specifica Tecnica RFI



La Specifica Tecnica RFI

 RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		SPECIFICA TECNICA		
DIREZIONE TECNICA STANDARD TECNOLOGIE ENERGIA		Codifica: RFI DTC ST E SP IFS TE 097 A		FOGLIO 1 di 32
CATENARIA RIGIDA FISSA PER INSTALLAZIONI IN GALLERIE A 3 kVcc				
Parte	Titolo			
PARTE I	INTRODUZIONE			
PARTE II	REQUISITI TECNICI			
PARTE III	IDONEITÀ TECNICA DEL PRODOTTO			
PARTE IV	ACCETTAZIONE DEL PRODOTTO			
<small>A. termine di legge la Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato ad altri senza esplicita autorizzazione.</small>				
Rev.	Data	Descrizione	Verifica Tecnica	Autorizzazione
A	13-12-18	Emissione per applicazione.	M. DI NALURO A. JACOMELLI	C. SPALVIERI



Prevede l'impiego fino alla massima velocità di esercizio di 160 km/h, nelle gallerie di sezione ridotta con catenaria a 3 kVcc



Garantisce la compatibilità sia con il pantografo interoperabile da 1600 mm a corni isolati che con il pantografo da 1450 mm a corni non isolati



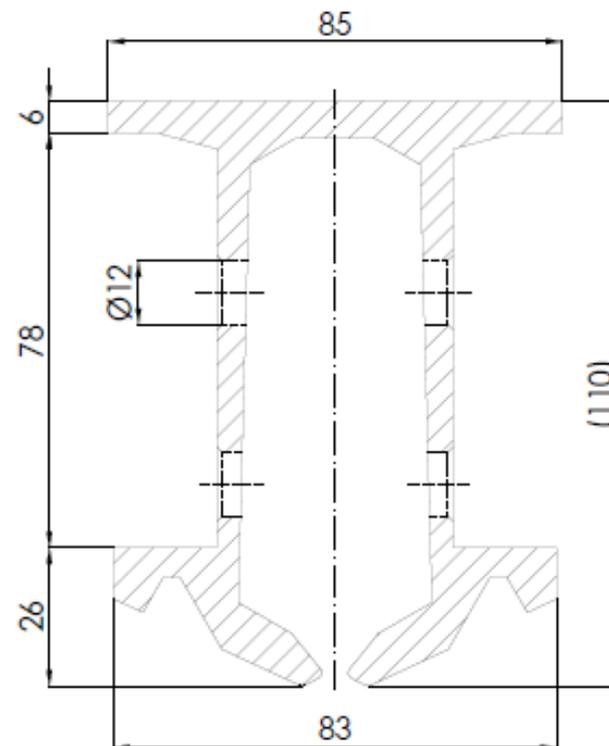
Garantisce il rispetto di tutti i requisiti della STI Energia

La Specifica Tecnica RFI

La catenaria rigida fissa è un sistema a linea aerea rigida di contatto realizzato tramite un profilato scatolare di alluminio all'interno del quale viene inserito il filo di contatto a standard RFI.



Profilato catenaria rigida con filo di contatto



Profilato quotato catenaria rigida

La Specifica Tecnica RFI

La distanza tra due sospensioni deve essere in funzione della massima velocità ammessa dalla linea. In particolare, la campata diminuisce con l'aumentare della velocità di esercizio, secondo quanto di seguito riportato:

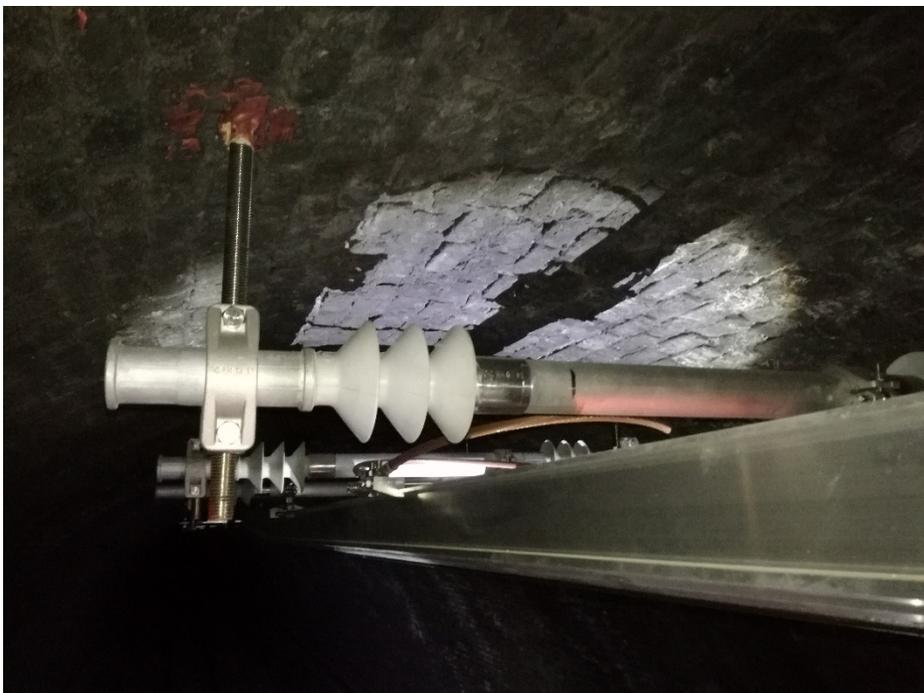
- Velocità di 80 km/h: campata di riferimento pari a 12 metri
- Velocità di 120 km/h: campata di riferimento pari a 10 metri
- Velocità di 160 km/h: campata di riferimento pari a 8 metri



La Specifica Tecnica RFI

Il profilato è ancorato al volto della galleria tramite idonee sospensioni.

La tipologia di sospensione da utilizzare generalmente è quella a traversa isolata, tuttavia è ammesso anche l'impiego di sospensioni a mensola orizzontale.



Esempio di sospensione a traversa isolata

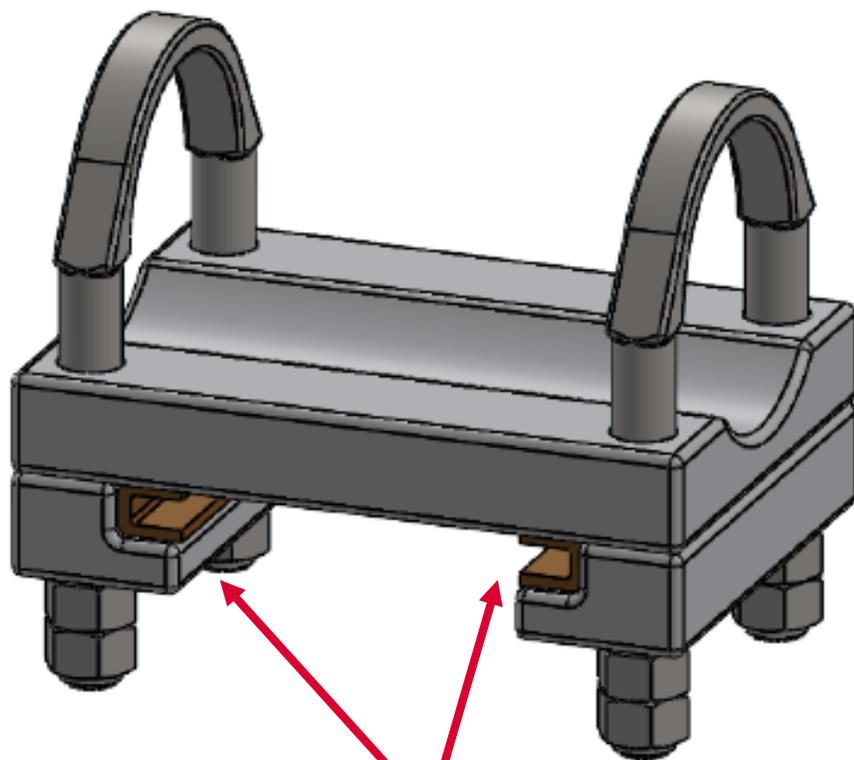


Esempio di sospensione a mensola orizzontale

La Specifica Tecnica RFI

Utilizzo di guide scorrevoli metalliche in grado di sopportare la corrente di guasto del sistema 3 kVcc di RFI per sospensioni a traversa isolata.

Nel caso delle sospensioni a mensola orizzontale è sufficiente la connessione rigida profilato/morsetto.



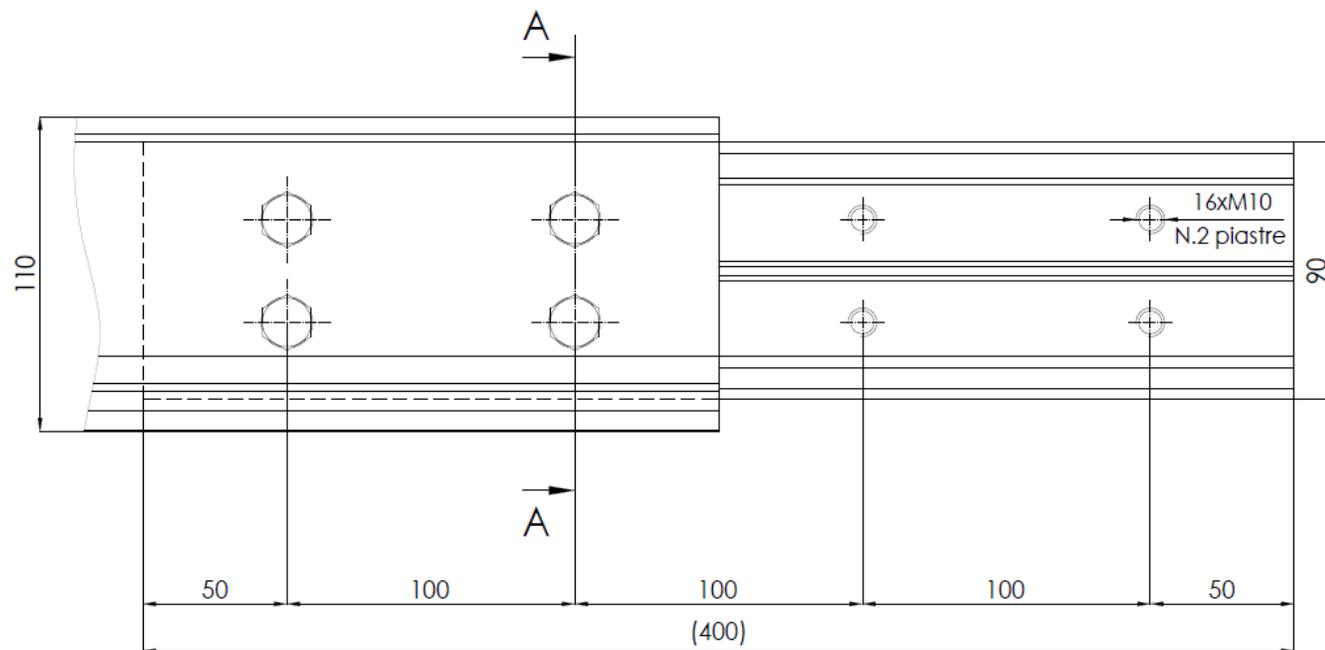
Inserti conduttori

La Specifica Tecnica RFI

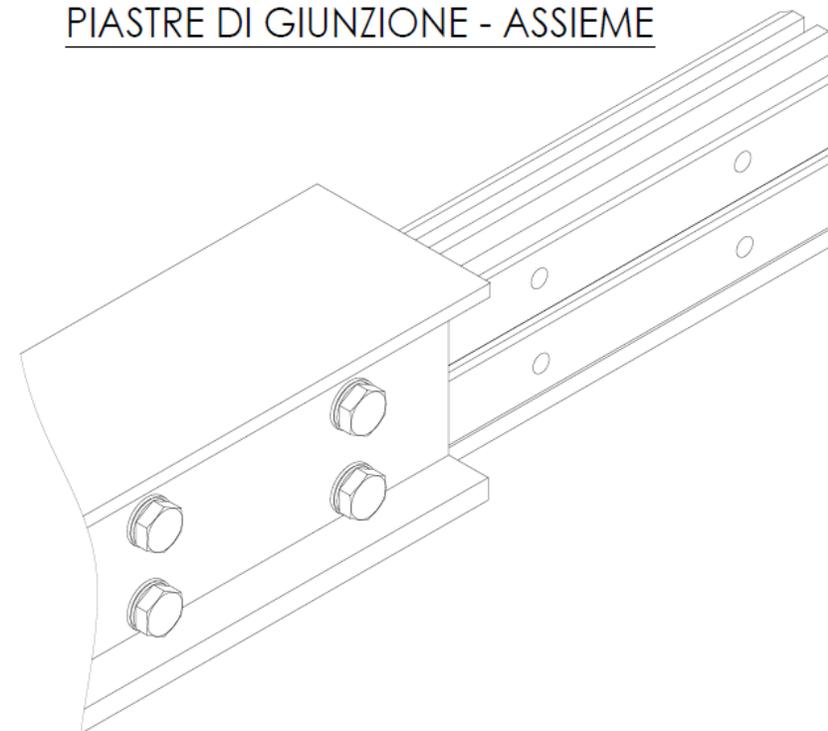
I profilati sono collegati tra loro mediante giunti.

La coppia di piastre ha la funzione di garantire la continuità meccanica ed elettrica.

PIASTRE DI GIUNZIONE - VISTA LONGITUDINALE

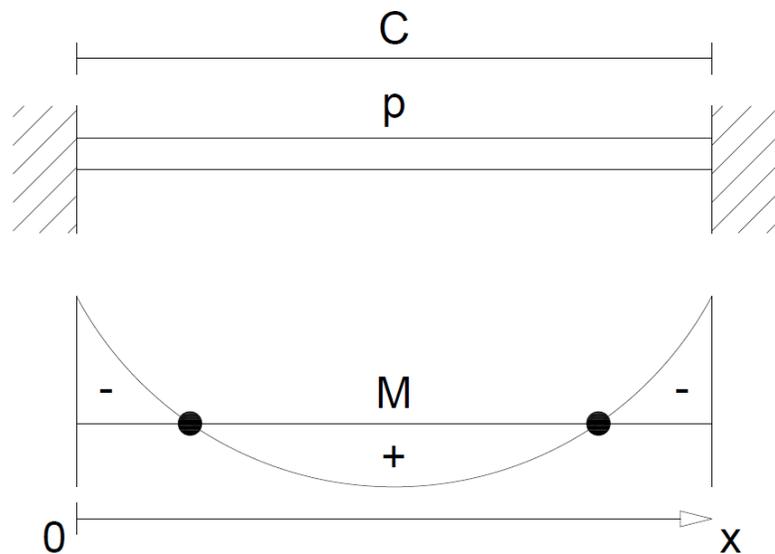


PIASTRE DI GIUNZIONE - ASSIEME



La Specifica Tecnica RFI

È opportuno posizionare i giunti in corrispondenza dei punti in cui il valore del momento flettente dovuto al carico distribuito del peso proprio della catenaria rigida è pari a zero.



Punti di sospensione come vincoli di incastro

C: campata di riferimento

p: peso proprio catenaria rigida

M: momento flettente

Velocità linea [km/h]	Campata di riferimento (C) [m]	Distanza di riferimento (d) del giunto dalla sospensione [m]
80	12	2,5
120	10	2,1
160	8	1,7

La Specifica Tecnica RFI

In corrispondenza della mezzzeria di ciascuna pezzatura deve essere previsto un punto fisso che ripartisce equamente le dilatazioni termiche su ciascuna "semi-pezzatura".

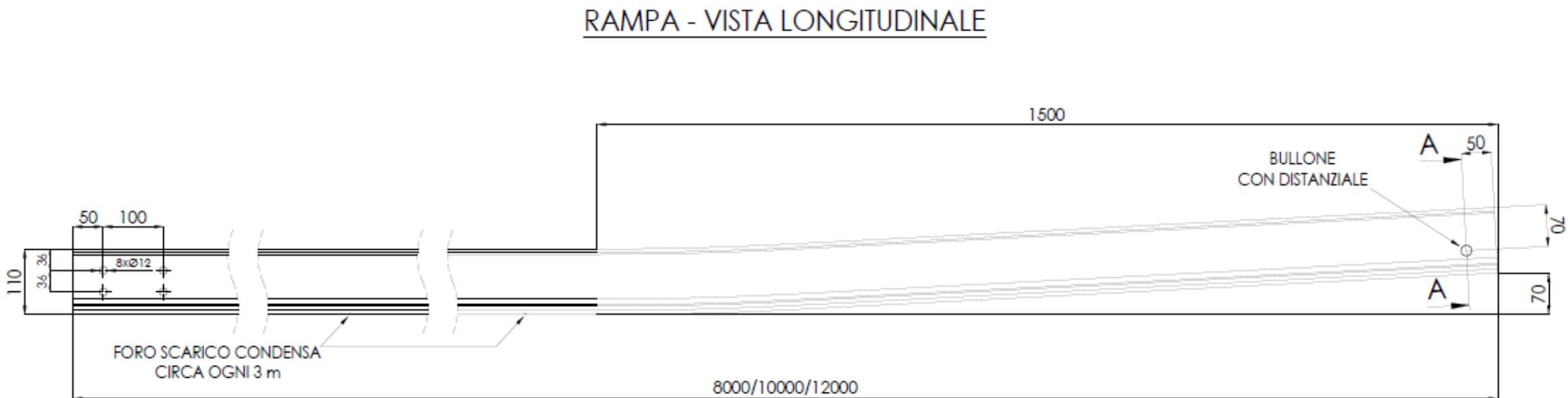


Punto fisso

La Specifica Tecnica RFI

Sono previste sovrapposizioni isolate e non isolate.

Alle estremità libere, i due profilati di alluminio sovrapposti devono essere opportunamente piegati verso l'alto in modo da garantire un graduale passaggio del pantografo (rampe).



La Specifica Tecnica RFI

In corrispondenza delle sovrapposizioni non isolate sono previsti i cavallotti di continuità.



Cavallotti di continuità

La Specifica Tecnica RFI

La transizione tra catenaria tradizionale e catenaria rigida è un punto singolare che permette di rendere il più graduale possibile il passaggio tra le due catenarie.

Viene realizzata accoppiando in successione la barra di transizione e la barra di ancoraggio.



Barra di ancoraggio

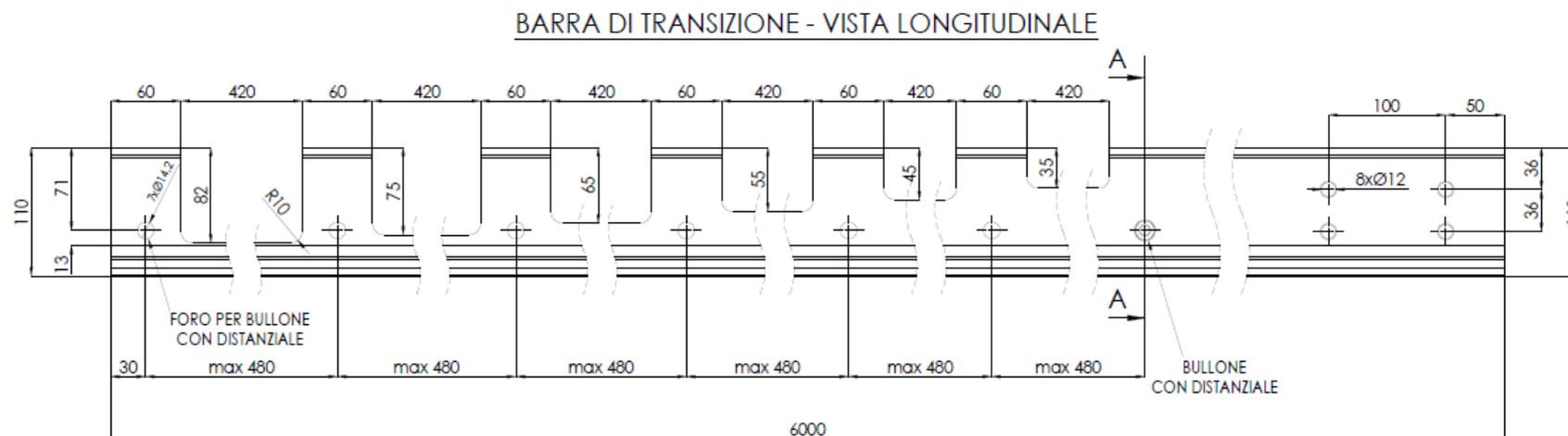
Barra di transizione

La Specifica Tecnica RFI

La barra di transizione è sagomata in modo da consentire un graduale aumento della rigidità flessionale nel passaggio dalla catenaria tradizionale a quella rigida.

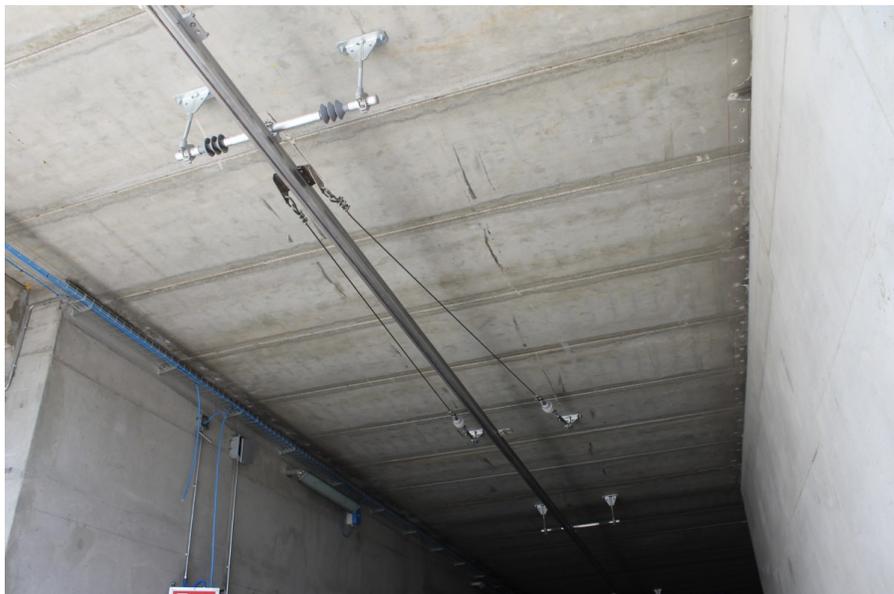


← Barra di transizione



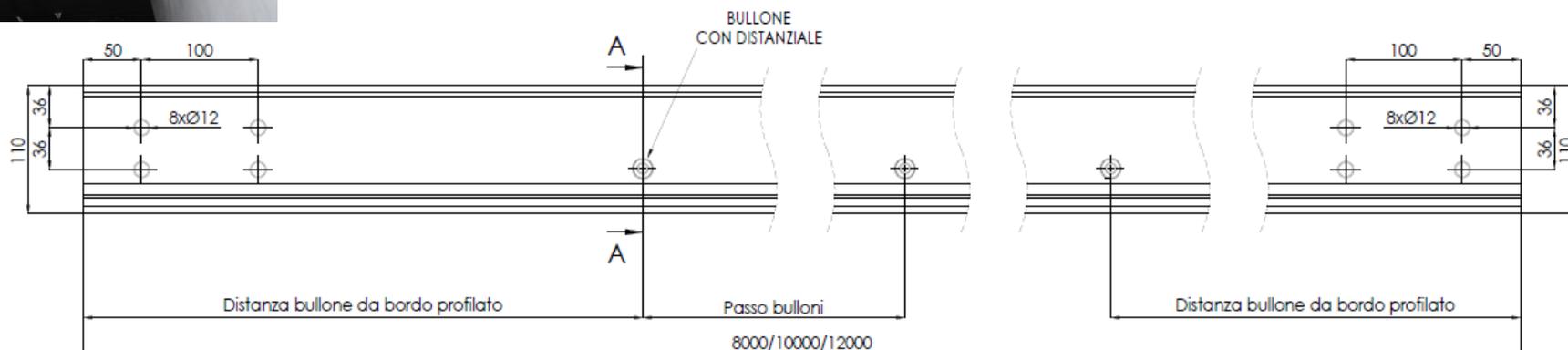
La Specifica Tecnica RFI

La barra di ancoraggio consente di scaricare il tiro meccanico della condotta proveniente dall'esterno.



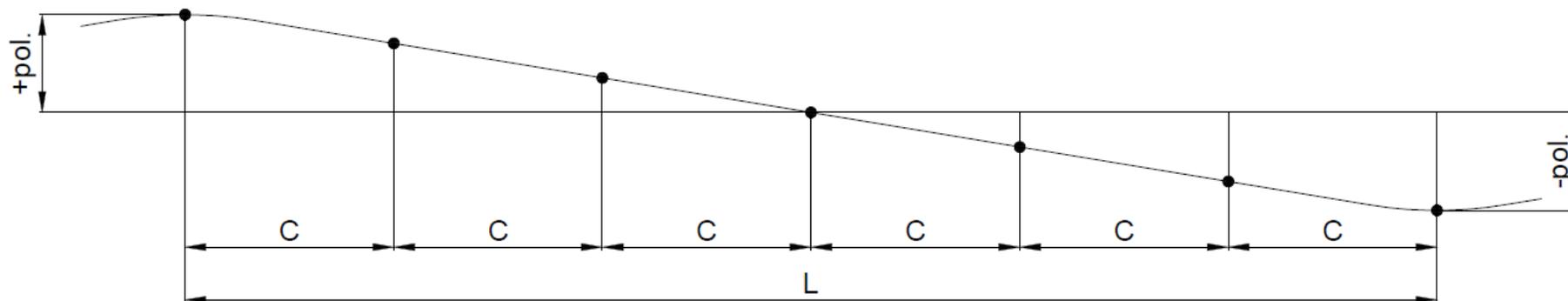
← Barra di ancoraggio

BARRA DI ANCORAGGIO - VISTA LONGITUDINALE



La Specifica Tecnica RFI

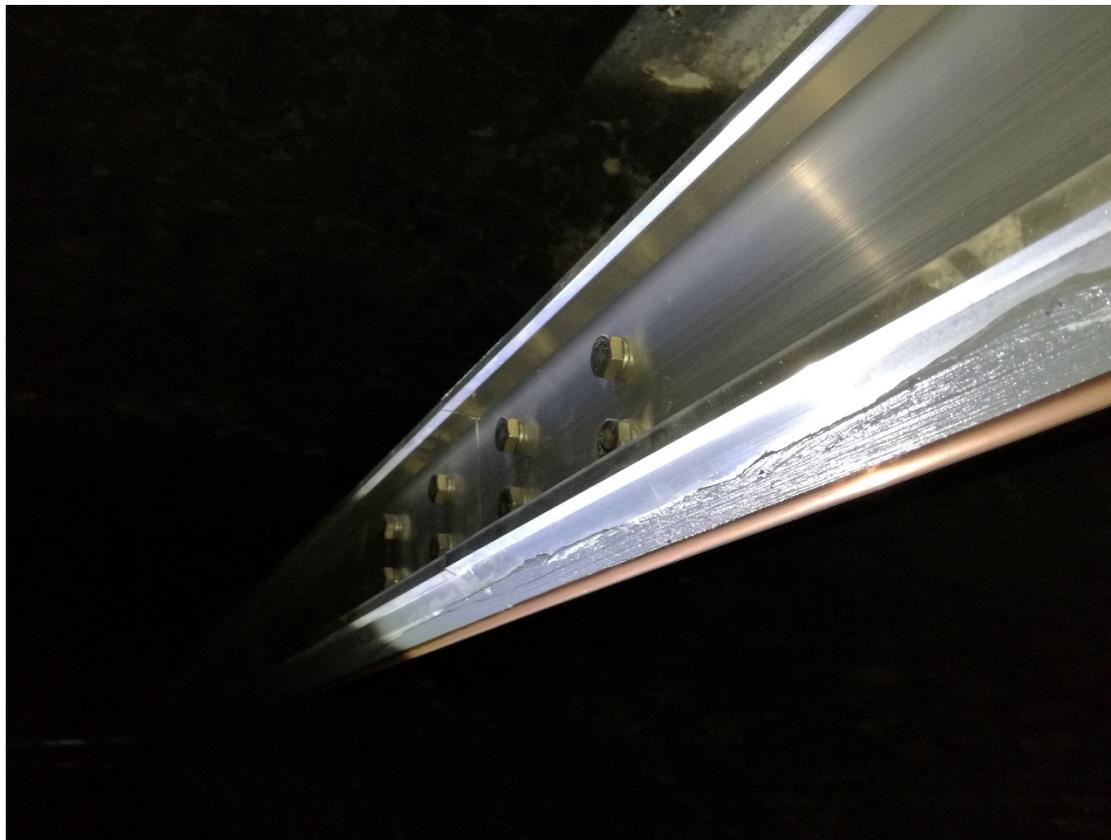
La catenaria rigida, in analogia a quella tradizionale, deve essere poligonata al fine di rendere uniforme l'usura dello strisciante del pantografo.



Velocità linea [km/h]	Campata di riferimento (C) [m]	Poligonazione (\pm pol.) [cm]	Distanza di riferimento \pm pol. (L) [m]
80	12	20	120
120	10	20	200
160	8	15	240

La Specifica Tecnica RFI

Al fine di prevenire fenomeni di corrosione galvanica tra il rame del filo di contatto e l'alluminio dei profilati è necessario applicare una speciale pasta protettiva.



Pasta protettiva

La Specifica Tecnica RFI

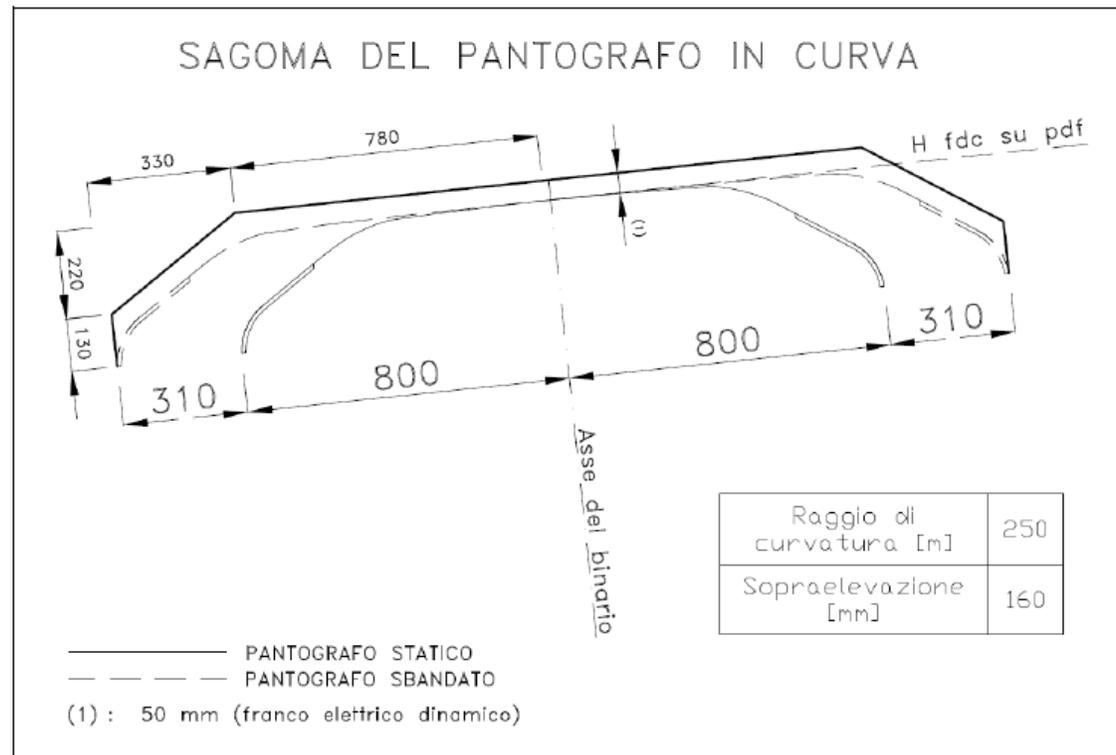
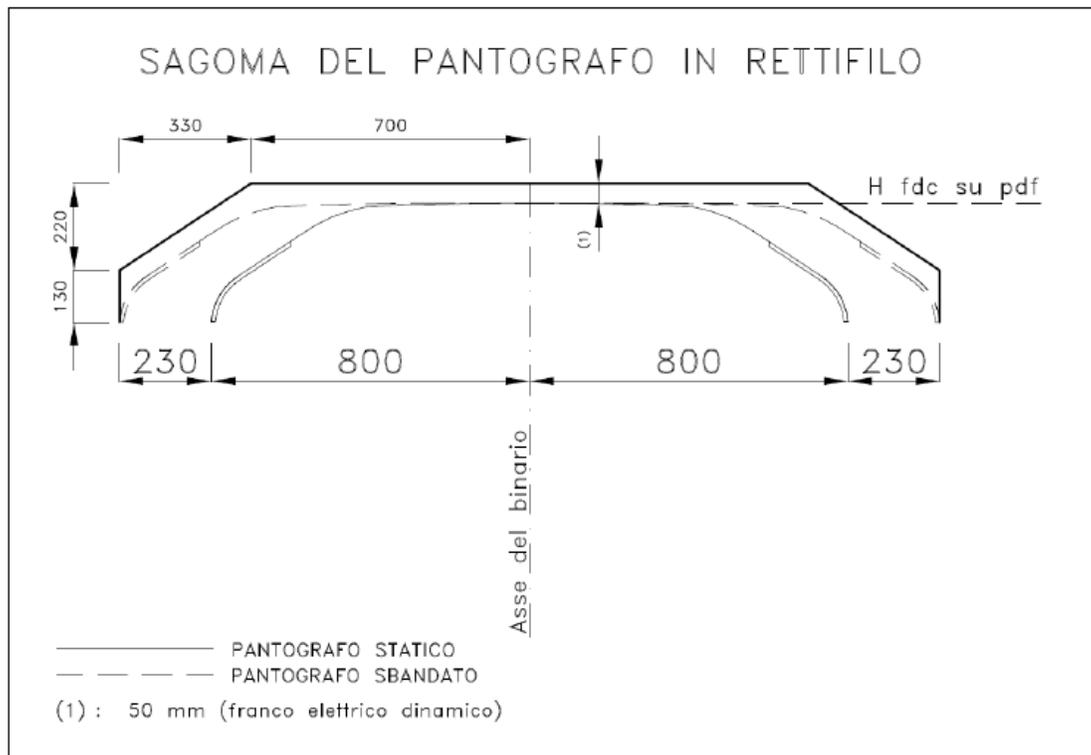
L'inserimento/estrazione del filo di contatto nel profilato avviene tramite uno speciale utensile in grado di divaricare le estremità della barra senza indurre deformazioni permanenti.



Utensile inserimento/estrazione
filo di contatto

La Specifica Tecnica RFI

Viene garantita la compatibilità sia con il pantografo interoperabile da 1600 mm a corni isolati che con il pantografo da 1450 mm a corni non isolati.



La Specifica Tecnica RFI

La Specifica Tecnica definisce la documentazione necessaria per l'idoneità tecnica:

- Certificazione attestante il superamento delle prove di tipo
- Dichiarazione CE di conformità del componente d'interoperabilità "catenaria" secondo quanto previsto dalla STI Energia

Le prove di tipo devono essere eseguite sui tutti i principali componenti che costituiscono la catenaria rigida.

La Specifica Tecnica RFI

Di seguito l'elenco dei componenti della catenaria rigida da sottoporre alle prove di tipo:

- Isolatore
- Traversa isolata
- Profilato
- Piastre di giunzione
- Rampa
- Barra di transizione
- Barra di ancoraggio
- Dispositivo di ancoraggio tiranti di ormeggio
- Dispositivo di ancoraggio stralli di punto fisso
- Morsetto di alimentazione
- Presa di terra
- Dado autobloccante

La Specifica Tecnica RFI

Alcuni esempi di prove di tipo:



Prova barra di ancoraggio

Prova sospensione a
traversa isolata



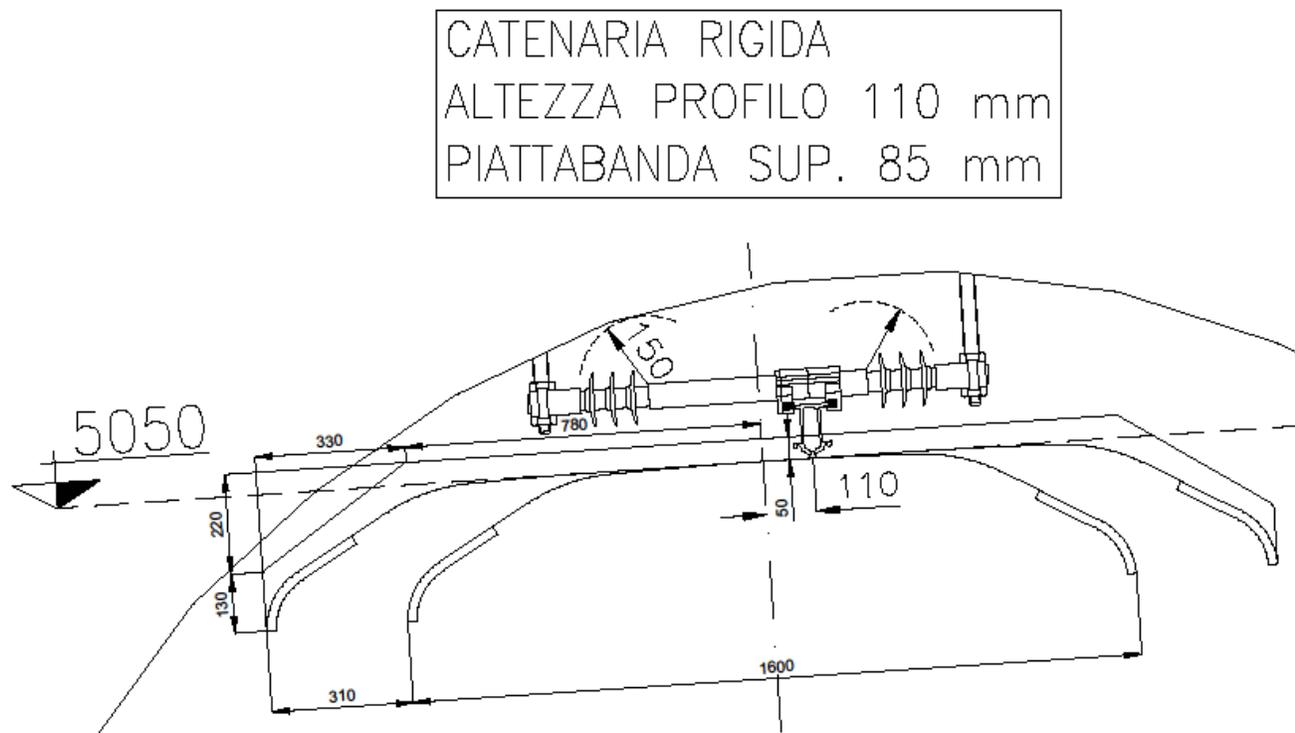
Confronto catenaria rigida/elastica



Confronto catenaria rigida/elastica

Vantaggio di circa 25 cm nel posizionamento del piano teorico di contatto, a parità di sezione di galleria, rispetto all'utilizzo di catenaria a fune regolata.

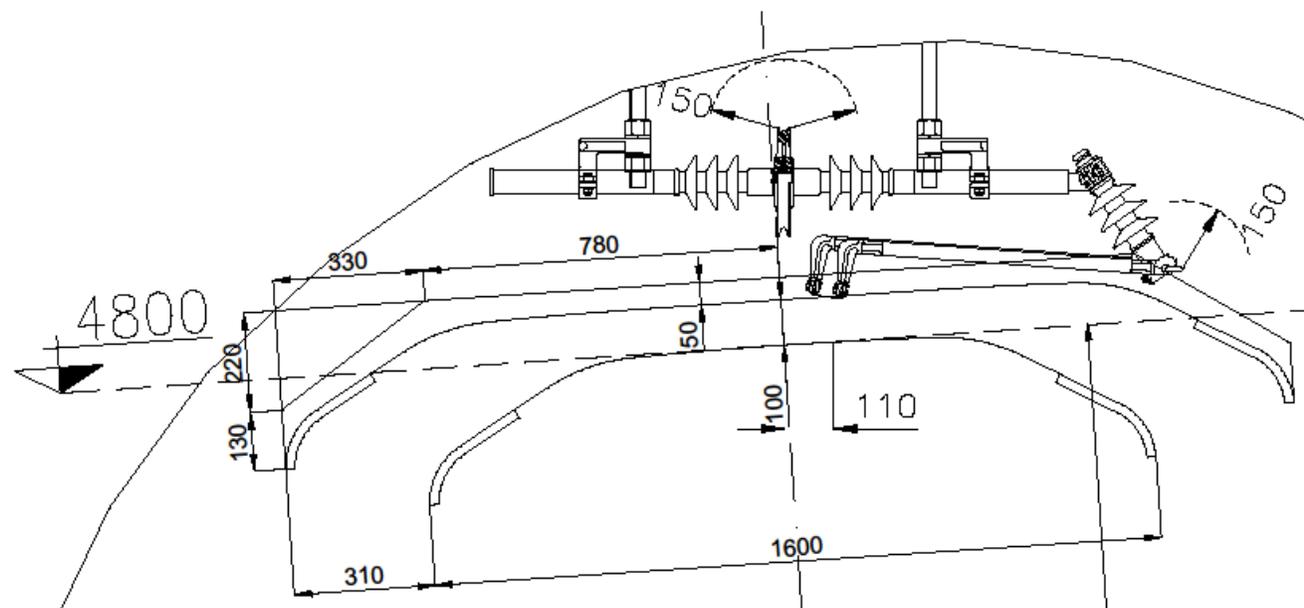
Catenaria rigida:
piano teorico di
contatto a +5050
mm dal PF



Confronto catenaria rigida/elastica

CATENARIA ELASTICA CORDA REGOLATA
 SOSPENSIONE E64253
 DISTANZA FILO/FUNE 460 mm

Catenaria FR:
 piano teorico
 di contatto a
 +4800 mm dal
 PF

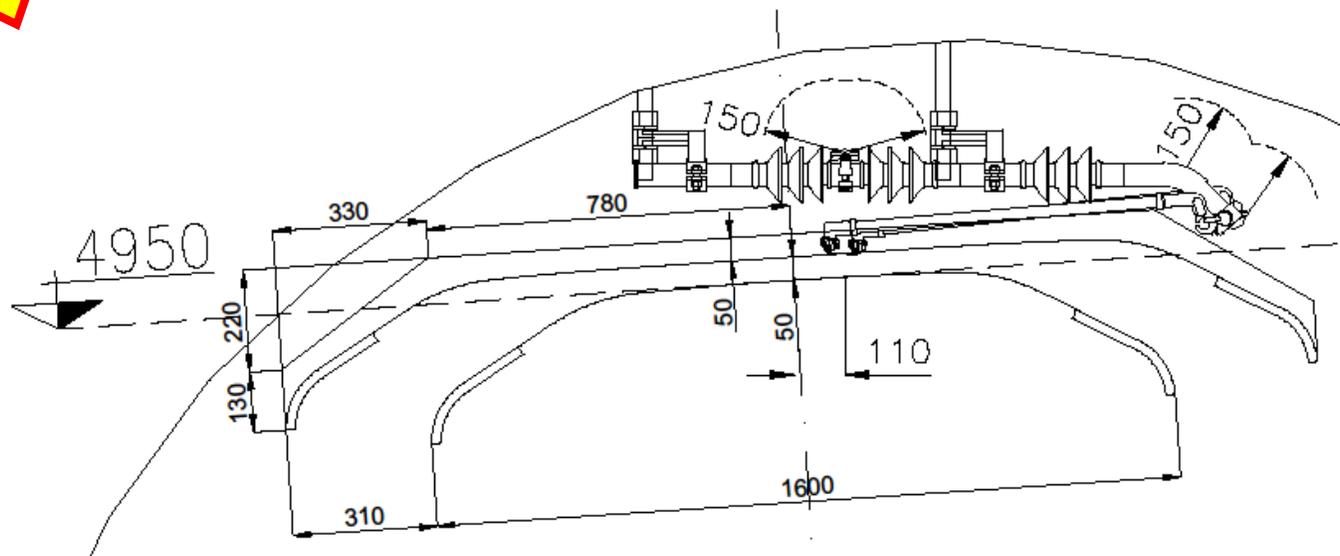


Confronto catenaria rigida/elastica

Difficoltà nella
certificazione
STI Energia

CATENARIA ELASTICA CORDA FISSA
SOSPENSIONE E64650
DISTANZA FILO/FUNE 260 mm

Catenaria FF:
piano teorico
di contatto a
+4950 mm dal
PF



Confronto catenaria rigida/elastica

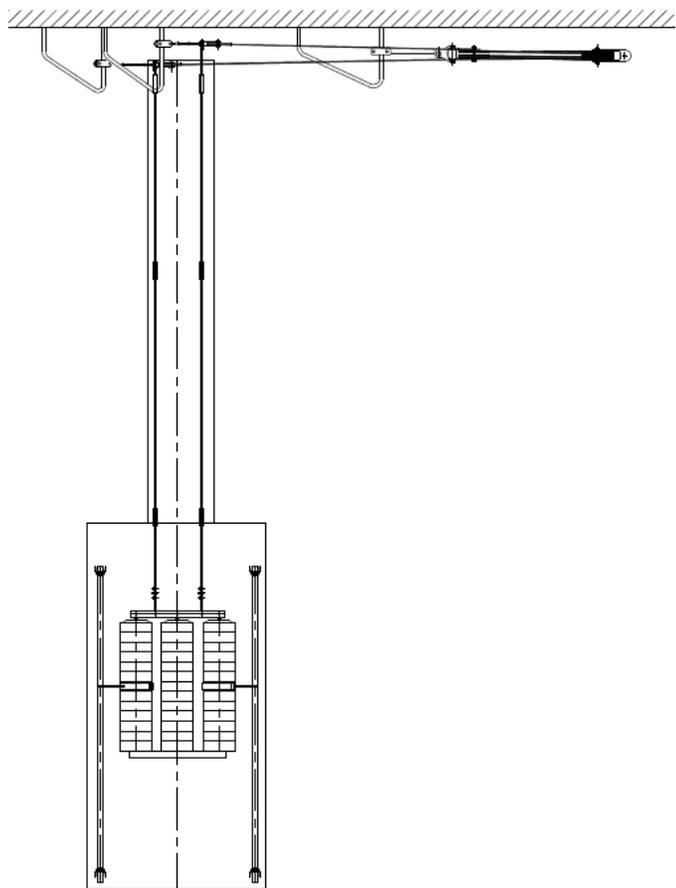
Mancanza del tiro meccanico dei conduttori con vantaggi manutentivi in esercizio.

Rottura LdC in galleria

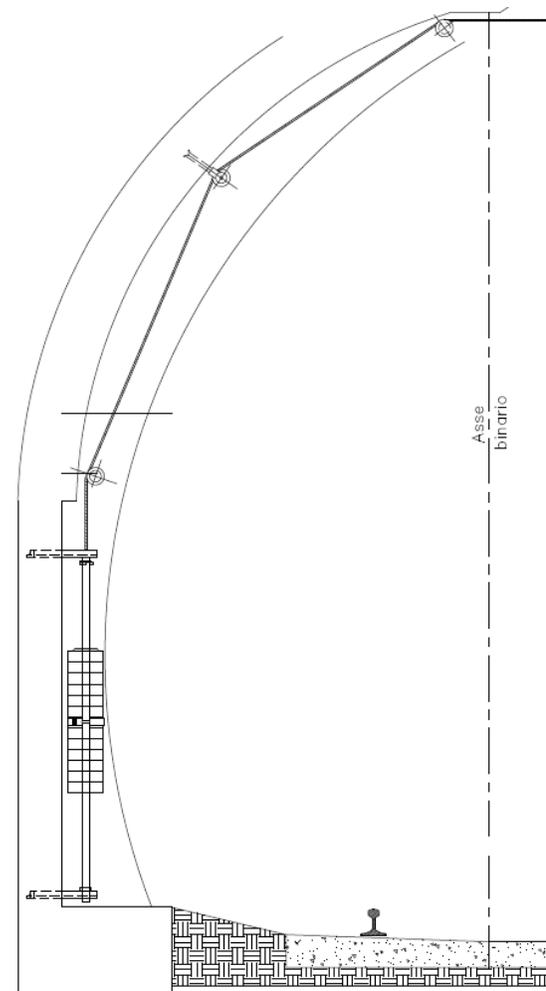


Confronto catenaria rigida/elastica

Non è necessario prevedere le nicchie tecnologiche per l'alloggiamento delle contrappesature delle taglie.



R.A. in galleria



Confronto catenaria rigida/elastica

Il profilato di alluminio contribuisce alla sezione conduttrice della linea di contatto



Maggiore sezione di rame equivalente

CATENARIA RIGIDA - CALCOLO SEZIONE RAME EQUIVALENTE	
Resistività elettrica alluminio a +20°C [nΩm]	32
Sezione profilato alluminio [mm ²]	2208
Resistività elettrica rame a +20°C [nΩm]	17,77
Sezione rame equivalente [mm ²]	1226

$$\frac{\rho_{Al} \cdot L}{S_{Al}} = \frac{\rho_{Cu} \cdot L}{S_{Cu}}$$

Confronto catenaria rigida/elastica

È in corso di pubblicazione da parte dell'UIC International Railway Standard un documento internazionale che fornisce i requisiti per la progettazione, costruzione e manutenzione della catenaria rigida.

A tale gruppo di lavoro ha partecipato attivamente anche RFI.



Conclusioni



Conclusioni

La catenaria rigida è stata introdotta da RFI alla fine del 2018.

VANTAGGI

- Applicazione nei rinnovi T.E. e nei nuovi progetti in presenza di gallerie di sezione ridotta
- Certificazione STI Energia
- Assenza di tiro meccanico delle condutture
- Vantaggi in termini di carichi elettrici sostenibili per la maggiore sezione di rame equivalente

SVANTAGGI

- Costi maggiori
- Tempi maggiori per i rinnovi T.E.

Grazie

