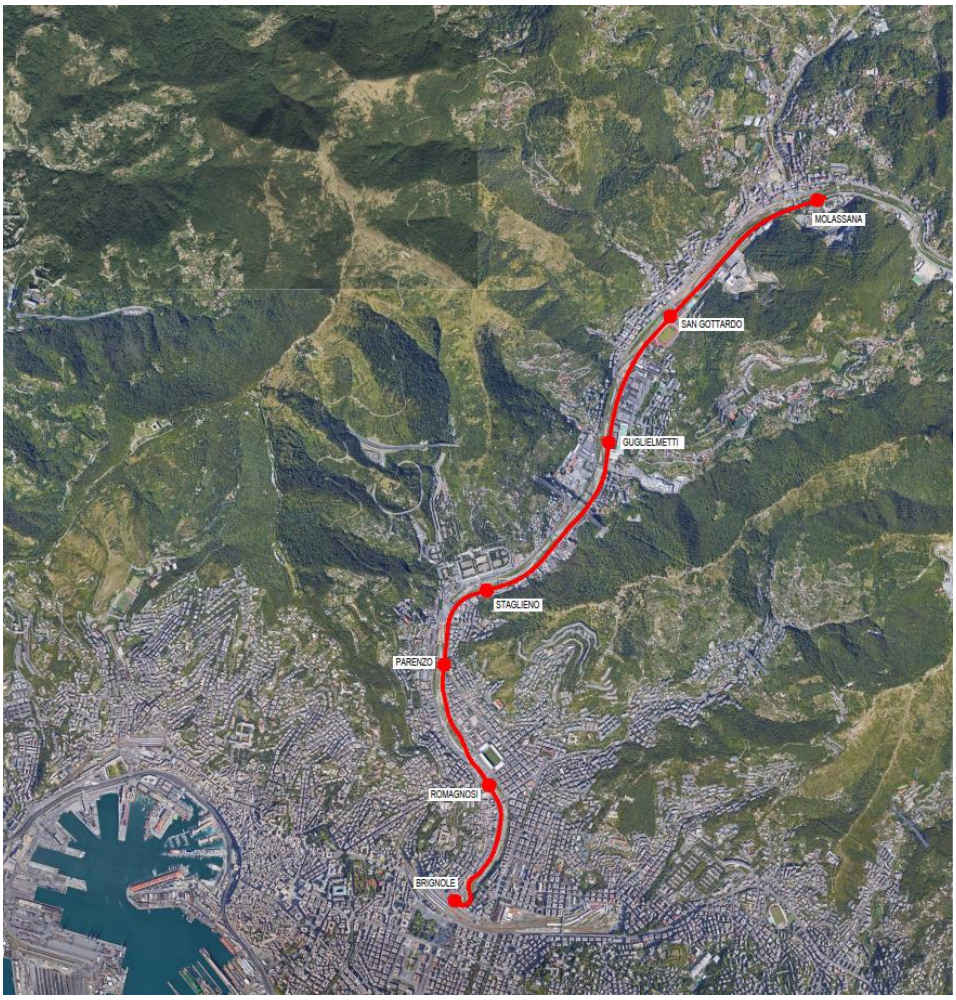
Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
(D.lgs. n. 36 / 2023)



IMPIANTI ELETTRO FERROVIARI
LINEA DI CONTATTO
Relazione tecnica generale

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	PR	LV	LDC	COM	R	001	00	A

SYSTRA SOTECNI SYSTRA SYSTRA SWS ITALFERR architecna LAND

Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Emissione	Redatto	M. Colombo	10/10/2023
		Verificato	G. Trezza	10/10/2023
		Approvato	G. Guidi Buffarini	10/10/2023
		Autorizzato	P. Marchetti	10/10/2023
B		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
C		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		

INDICE

1.	**INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO**	**6**
2.	**SCOPO**	**7**
3.	**NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**	**8**
3.1	**RIFERIMENTI NORMATIVI**	**8**
3.2	**RIFERIMENTI PROGETTUALI**	**11**
4.	**DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI**	**12**
4.1	**CONDUTTURE DI CONTATTO**	**12**
4.2	**COMPONENTI DELLA LINEA DI CONTATTO RIGIDA**	**12**
4.2.1.1	Profilato	12
4.2.1.2	Piastre di giunzione	13
4.2.1.3	Sospensione a traversa isolata	13
4.2.1.4	Dispositivi di ancoraggio alla catenaria rigida	13
4.2.1.5	Connessione elettriche	14
4.2.1.6	Barra di transizione	14
4.2.1.7	Copertura (Carter)	14
4.2.1.8	Tratto intero di catenaria rigida (pezzatura)	14
4.2.1.9	Sovrapposizione non isolata	15
4.2.1.10	Sovrapposizione isolata (tronco di sezionamento)	15
4.2.1.11	Disposizione del punto fisso	15

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Inquadramento Territoriale 6

INDICE DELLE TABELLE

Non è stata trovata alcuna voce dell'indice delle figure.

1. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

Oggetto del seguente Appalto, è la progettazione di fattibilità tecnica ed economica della linea metropolitana SkyMetro della città di Genova.

La linea SkyMetro rappresenta un'estensione della linea metropolitana esistente, e si svilupperà dalla stazione di Brignole fino alla località Molassana, attraverso la Val Bisagno.

La lunghezza complessiva del tracciato è di circa 6,8 km e sono previste 7 stazioni:

- Brignole (esistente)
- Romagnosi
- Parenzo
- Staglieno
- Guglielmetti
- San Gottardo
- Molassana

La linea sarà alimentata da 3 sottostazioni elettriche (SSE) con sistema 750Vcc ed equipaggiata con catenaria rigida (ad eccezione del primo tratto di connessione con la linea metropolitana esistente che sarà realizzato con catenaria flessibile).

Nei pressi della stazione Brignole, la nuova linea SkyMetro si interconnetterà con la linea metropolitana esistente. L'interconnessione permetterà il transito dei mezzi dalla linea esistente alla linea SkyMetro. Pertanto, l'attrezzaggio tecnologico della nuova linea dovrà essere compatibile con la linea esistente permettendo l'interoperabilità del materiale rotabile.

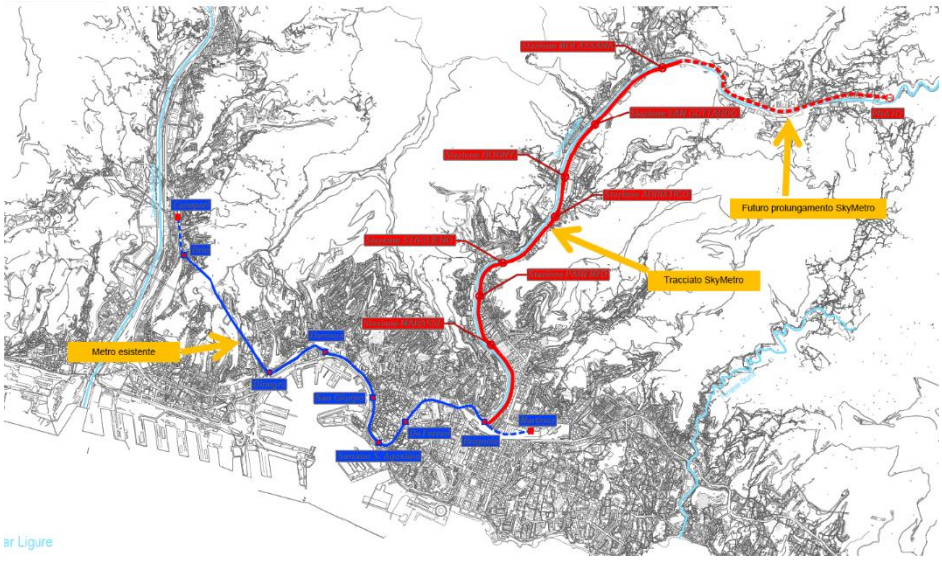


Figura 1. Inquadramento Territoriale

2. SCOPO

Scopo della presente relazione è quello di delineare i criteri progettuali generali dei nuovi impianti di trazione elettrica a servizio della nuova Linea metropolitana SkyMetro della città di Genova.

La descrizione dei singoli sottosistemi è desumibile dagli specifici elaborati di progetto, citati nella presente relazione generale, tutte le volte che vi verrà fatto esplicito riferimento.

3. NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Riferimenti Normativi

La presente relazione tecnica generale, nonché tutta la documentazione progettuale implicitamente od esplicitamente richiamata nel prosieguo, è conforme norme CEI nella loro edizione più recente, delle quali di seguito si elencano le principali.

CEI EN 50123-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. "Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua"

CEI EN 50123-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. "Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua" - Parte 2: Interruttori a corrente continua

CEI EN 50123-3 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e succ. varianti metropolitane. "Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua" Parte 3: Interruttori di manovra sezionatori e sezionatori a corrente continua per interno

CEI EN 50526-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. Impianti fissi – Scaricatori di sovratensione e limitatori di tensione in corrente continua. Parte 1: Scaricatori di sovratensione

CEI EN 50123-6 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e succ. varianti metropolitane. "Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua" Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua

CEI EN 50123-7-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. "Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua" Parte 7: Apparecchi di misura, controllo e protezione di uso specifico nei sistemi di trazione a corrente continua Sezione 2: Trasduttori di corrente isolanti e altri apparecchi di misura di corrente

CEI EN 50123-7-3 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Apparecchiature a corrente continua" Parte 7: Apparecchiature di misura, controllo e protezione di uso specifico nei sistemi di trazione a corrente continua Sezione 3: Trasduttori di tensione isolanti e altri apparecchi di misura e di tensione

CEI EN 50328 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, e metropolitane. Impianti fissi – Convertitori elettronici di potenza per sottostazioni

CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

EN 50163 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;

CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a

CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni

CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico

CEI EN 50119 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica

CEI EN 50125-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Condizioni ambientali per gli equipaggiamenti Parte 2: Impianti elettrici fissi

CEI EN 50124-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane Coordinamento degli isolamenti Parte 1: Requisiti base Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica

CEI EN 50124-1/A1/A2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane Coordinamento degli isolamenti Parte 1: Requisiti base Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica

CEI EN 50124-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane Coordinamento degli isolamenti Parte 2: Sovratensioni e relative protezioni

CEI EN 50329 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi: Trasformatori di trazione

CEI EN 50329/A1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi: Trasformatori di trazione

CEI EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza

CEI EN 60947-1, /A1 e /A2 Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole Generali

CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici

CEI EN 60947-3, /A1 Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili

CEI EN 50121-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 1: Generalità

CEI EN 50121-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 2: Emissione dell'intero sistema ferroviario verso l'ambiente esterno

CEI EN 50121-5 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Compatibilità elettromagnetica Parte 5: Emissione ed immunità di apparecchi e impianti fissi di alimentazione

D.Lgs 09/04/2008 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro)

Legge 01/03/1968 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici

3.2 Riferimenti Progettuali

Di seguito si riportano i documenti di progetto ai quali si farà riferimento nella lettura del documento:

MGE1PRLVLDCCOMK001-00_A	Impianti elettroferroviari - Linea di contatto - Schema TE
MGE1PRLVLDCCOMT001-00_A	Impianti elettroferroviari - Linea di contatto - Sezioni tipologiche

4. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Le caratteristiche della Linea aerea di Contatto e di Alimentazione degli impianti T.E. saranno rispondenti alla normativa in vigore e uniformati per quanto possibile a quanto attualmente installato da AMT nella tratta attualmente in esercizio.

La quota normale della linea di contatto sarà di 4.10 m rispetto al piano ferro; tuttavia, in casi particolari, questa potrà essere ridotta fino a 3.75 m dal piano ferro. In ogni caso il piano di contatto dovrà avere un'altezza compatibile con le quote di lavoro dei pantografi del materiale utilizzato sulla linea.

Tutta la tratta di nuova costruzione sarà attrezzata con sospensioni dotate di isolamento doppio o rinforzato secondo la normativa vigente.

4.1 Condutture di contatto

L'impianto sarà principalmente elettrificato con catenaria rigida coerentemente con le richieste della Committenza; tuttavia, nei punti di innesto con impianti esistenti già elettrificati con catenaria flessibile (dalla stazione di Breginole alla pk 0+200 circa), sarà impiegata quest'ultima. La catenaria flessibile dovrà essere costituita da LdC del tipo "a catenaria", con sospensione longitudinale; di seguito sono elencate le caratteristiche principali:

- **LdC su binari di corsa di stazione allo scoperto e in galleria:** Conduttura di sezione complessiva pari a 440 mm² in rame, ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm², fisse e tesate ciascuna al tiro di 1000daN e due fili sagomati da 100 mm², regolati e tesati ciascuno al tiro di 750daN.

Le suddette condutture, in corrispondenza degli ormeggi su pali, dovranno essere integrate da dispositivi di ripresa dei conduttori.

La regolazione automatica del tiro dovrà essere ottenuta per mezzo di contrappesi e dispositivi a taglie con pulegge in linea e dispositivo di sicurezza, con rapporto di riduzione 1/3 o mediante dispositivi di tensionamento a molla.

4.2 Componenti della linea di contatto rigida

Le caratteristiche dell'impianto di elettrificazione con catenaria rigida sono di seguito descritte.

4.2.1.1 Profilato

Le barre di profilato in lega di alluminio, che formano la linea di contatto rigida, sono della lunghezza normale di circa 11.9 m dotate, su ciascuna delle due estremità, dei fori necessari per l'applicazione delle piastre di giunzione. Sulla parte inferiore del profilato viene inserito, in apposita predisposizione il filo sagomato in rame della sezione di 100mm2 per il contatto di captazione della corrente di trazione, ottenendo così una sezione pari a circa 1300 mm² equivalenti di rame.

La sagomatura superiore del profilato ed un apposito attacco, applicato sulla parte superiore del profilato stesso, dovrà consentire il collegamento alla sospensione, che potrà essere di forma e tipo diverso in relazione alla sezione dell'opera civile.

La barra dovrà essere sostenuta tramite isolatori a 1,5 kV e bracci di sospensione posti a distanza compresa tra 8 e 10 m. La poligonazione necessaria dovrà essere consentita mediante lo spostamento dell'attacco sospensione-profilato.

Per consentire la fuoriuscita dell'acqua che si accumula a seguito di condensa all'interno di ogni eventuale profilo scatolare che compone la linea di contatto rigida, sulla parte inferiore dei profilati stessi dovranno essere previsti adeguati fori laterali di drenaggio.

4.2.1.2 Piastre di giunzione

La coppia di piastre di giunzione ha la funzione di garantire la continuità meccanica ed elettrica del sistema catenaria rigida. Ciascuna piastra deve essere realizzata tramite un piatto della stessa lega di alluminio impiegata per il profilato e dotata di N.8 fori passanti filettati per l'accoppiamento tramite viti, rondelle piane e rosette elastiche realizzate in acciaio inossidabile. Le piastre vengono posizionate internamente alle barre, pertanto devono essere opportunamente sagomate in modo da accoppiarsi perfettamente con i profilati.

4.2.1.3 Sospensione a traversa isolata

La tipologia di sospensione da utilizzare deve essere quella a traversa isolata, composta dai seguenti elementi:

- N.1 tondo pieno/tubo centrale;
- N.2 isolatori;
- N.2 tondi pieni/tubi laterali dotati all'estremità libera di risalto anti-scorrimento;
- N.2 attacchi alle grappe, ciascuno realizzato tramite N.2 semicollari collegati tra di loro mediante bulloneria in acciaio inossidabile munita di rondelle piane e di dadi autobloccanti (tali attacchi devono essere opportunamente dimensionati in funzione del diametro delle grappe);
- N.1 morsetto di sospensione collegato alla traversa isolata mediante N.2 collari filettati piatti in acciaio inossidabile, ciascuno munito di rondella piana e di dado autobloccante, anch'essi in acciaio inossidabile; tale morsetto deve essere dotato al suo interno di una guida scorrevole in materiale metallico a basso coefficiente di attrito che consente il moto relativo tra profilato e morsetto stesso.

La sospensione sarà fissata alle strutture di sostegno tramite appositi ancoraggi.

4.2.1.4 Dispositivi di ancoraggio alla catenaria rigida

I dispositivi di ancoraggio alla catenaria rigida dei tiranti di ormeggio e degli stralli di punto fisso devono essere realizzati tramite flange in lega di alluminio o acciaio zincato, ancorate alla parte superiore dei profilati mediante bulloneria/barre filettate in acciaio inossidabile munita di rondelle piane e di dadi autobloccanti.

4.2.1.5 Connessione elettriche

Le connessioni elettriche devono essere realizzate tramite corde in rame da 155 mm² con terminali a pressare chiusi (ad occhio) in rame con stagnatura superficiale.

4.2.1.6 Barra di transizione

I sistemi di elettrificazione “catenaria tradizionale” e “catenaria rigida” hanno un valore molto diverso di elasticità. Per consentire un passaggio regolare del pantografo tra le due diverse tipologie di elettrificazione occorre prevedere una barra di transizione a flessibilità variabile, con valori prossimi alla catenaria tradizionale da un estremo ed a quella rigida all’altro. La barra di transizione, posta all’imbocco della galleria, è costituita da un segmento di profilato della lunghezza di 5.95 m sulla quale, per graduare la flessibilità, è stata realizzata una serie di fresature.

Nel tratto di confine la fune portante della catenaria tradizionale viene ormeggiata, mentre il filo di contatto prosegue nella barra di transizione per poi continuare nel profilato di alluminio costituente la catenaria rigida.

La continuità elettrica, fune portante-catenaria rigida, viene assicurata mediante apposito morsetto applicato all’estremità della barra di transizione e cavallotto di continuità fune-catenaria rigida. La transizione tra catenaria tradizionale e catenaria rigida deve essere caratterizzata da poligonazione nulla.

La pezzatura di catenaria rigida, a partire dalla barra di transizione finno alla sovrapposizione successiva, non deve avere uno sviluppo lineare superiore a 200÷250 metri.

In corrispondenza degli ormeggi isolati delle funi/fili provenienti dall’esterno e dei tiranti di ormeggio della barra di ancoraggio è necessario verificare che sia garantito il franco elettrico minimo di 150 mm (franco elettrico statico) tra le parti attive della LdC e le opere di sostegno.

4.2.1.7 Copertura (Carter)

La copertura (carter) della catenaria rigida, da dimensionare opportunamente, deve essere utilizzata ogniqualvolta si presentino fenomeni di esposizione al gocciolamento.

Inoltre, il suo impiego è sempre previsto per la barra di transizione che, essendo installata in parte all’aperto ed essendo “aperta” nella sua parte superiore, sarebbe altrimenti oggetto di possibili accumuli di acqua e sporcizia al suo interno.

Tale copertura deve essere realizzata in materiale polimerico con comportamento al fuoco compatibile con l’installazione in galleria, inoltre è necessario che venga fornita la relativa scheda tecnica che deve essere sottoposta all’approvazione da parte della Struttura competente del gestore.

4.2.1.8 Tratto intero di catenaria rigida (pezzatura)

Il tratto intero di catenaria rigida (pezzatura) deve avere una lunghezza tale da garantire una dilatazione/contrazione massima del profilato in corrispondenza delle sue estremità libere pari a ±200 mm, in funzione dell’escursione termica ambientale e comunque non deve avere uno sviluppo lineare superiore a circa 400÷500 metri.

4.2.1.9 Sovrapposizione non isolata

La sovrapposizione non isolata costituisce il tratto di separazione tra due pezzature consecutive in cui occorre garantire la continuità elettrica del sistema a linea aerea rigida di contatto.

In tale punto i profilati delle due pezzature devono essere affiancati alla distanza di 200 mm (distanza tra gli assi dei profilati) in modo da realizzare un tratto di sovrapposizione (tratto di striscio) di lunghezza complessiva pari a 3÷4 metri, in cui il pantografo si trova contemporaneamente a contatto con entrambe le barre.

Le sovrapposizioni non isolate devono essere realizzate in corrispondenza dei tratti di catenaria rigida a poligonazione nulla, posizionando i due profilati che realizzano l'affiancamento alla distanza di ±100 mm dall'asse del binario, al fine di garantire la distanza di 200 mm indicata sopra; inoltre le varie sospensioni, posizionate alla mutua distanza di 1 metro, devono sostenere ciascuna un solo profilato dei due che realizzano la sovrapposizione.

La continuità elettrica tra le due pezzature deve essere garantita tramite N.8 corde in rame da 155 mm² collegate, tramite terminali a pressare chiusi (ad occhio) in rame con stagnatura superficiale, ai morsetti di alimentazione realizzati in lega di alluminio ed ancorati alla parte superiore dei profilati mediante bulloneria in acciaio inossidabile.

Le corde di rame devono avere una lunghezza tale da consentire il movimento relativo tra le due barre affiancate dovuto alle variazioni termiche ambientali e, al contempo, impedire urti accidentali con il pantografo; inoltre, in prossimità dei morsetti di alimentazione, devono essere installati sui profilati degli idonei materiali isolanti al fine di evitare il contatto tra le suddette corde di rame e le barre di alluminio.

4.2.1.10 Sovrapposizione isolata (tronco di sezionamento)

La sovrapposizione isolata costituisce il tratto di separazione tra due pezzature consecutive in cui occorre garantire la separazione elettrica del sistema a linea aerea rigida di contatto (tronco di sezionamento). Valgono tutte le indicazioni riportate precedentemente per la sovrapposizione non isolata con le seguenti eccezioni:

- i profilati delle due pezzature devono essere affiancati alla distanza di 400 mm (distanza tra gli assi dei profilati posizionati a ±200 mm dall'asse del binario);
- i collegamenti elettrici di continuità non devono essere realizzati.

4.2.1.11 Disposizione del punto fisso

Ciascun tratto intero di catenaria rigida deve essere dotato di un punto fisso posizionato approssimativamente in corrispondenza della mezzeria della pezzatura. Il dispositivo di punto fisso (dispositivo di ancoraggio alla catenaria rigida degli stralli di punto fisso) deve essere costituito da una flangia in lega di alluminio o acciaio zincato, ancorata alla parte superiore del profilato mediante bulloneria in acciaio inossidabile.

Il punto fisso deve essere realizzato preferibilmente in corrispondenza dei tratti di catenaria rigida a poligonazione nulla. In corrispondenza dei punti di ormeggio degli stralli è necessario verificare che sia garantito il franco elettrico minimo di 150 mm (franco elettrico statico) tra le parti attive della LdC e le opere di sostegno.