

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

GENERALITES – GENERALITA
COTE ITALIE – LATO ITALIA

PROJETS DES OUVRAGES SOUTERRAINS - PREDISPOSITIONS DE GC POUR LA MISE A TERRE
ELECTRIQUE POUR LA PROTECTION CONTRE LE CONTACTS INDIRECTS ET LES COURANTS VA-
GABONDS –


PROGETTO DELLE OPERE SOTTERRANEE - PREDISPOSIZIONI CIVILI PER LA MESSA A TERRA E-
LETTRICA AI FINI DELLA PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI E LE CORRENTI VAGANTI

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	A. TORTIA (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	A. TORTIA (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	1	6	2	9	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigla étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo				

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	05	02	00	10	03

ECHELLE / SCALA
-

 **Tecnimont
Civil Construction**
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

Aldo Mancarella

 **LTF**
LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

SOMMAIRE / INDICE	2
RESUME/RIASSUNTO	2
1. SCOPO	2
2. ACRONIMI	2
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
4. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	4
5. PREDISPOSIZIONI	4
5.1 Tipologia 1 (GA) - TI e TB nelle sezioni dei portali	6
5.2 Tipologia 2 (GN) - TI nelle sezioni correnti e TB fra i portali e le zone correnti	6
5.3 Tipologia 3 (conci armati) - TB nelle sezioni correnti	8

RESUME/RIASSUNTO

Ce rapport contient les prescriptions à mettre en œuvre pour contrer la corrosion par les courants vagabonds dans les ferrillages des éléments en béton armé.

En particulier la zone de la sortie du tunnel de l'interconnexion vers Bussoleno, compte tenu de la proximité à la ligne 3 kV CC en exploitation est exposée à ce risque.

Les prescriptions sont toutefois appliquées sur la ligne du tronçon international.

Questo rapporto contiene le indicazioni progettuali, per evitare la corrosione da correnti vaganti, e consentire le misure eventualmente necessarie ai fini della protezione contro i contatti indiretti, nella realizzazione delle armature degli elementi in cls armato.

In particolare la zona dell'uscita dell'interconnessione verso Bussoleno, stante la prossimità alla linea 3 kV CC è sensibile al problema della corrosione.

I principi sono comunque stati applicati ovunque nella tratta internazionale.

1. Scopo

Il presente documento si riferisce alla progettazione e costruzione delle OOC dei 2 tunnel (ognuno a 2 canne) di base e d'interconnessione Susa-Bussoleno, facenti parte della parte comune italo-francese della NLTL.

Lo scopo consiste nel fornire le informazioni necessarie alla conformazione ed alle predisposizioni delle armature metalliche civili (carpenterie, costituenti masse estranee dal punto di vista elettrico), affinché la progettazione e costruzione impiantistica possa realizzare una corretta messa a terra elettrica, ai fini della protezione contro i contatti indiretti e le correnti vaganti.

2. Acronimi

BD: Binario Dispari.

BP: Binario Pari.

CEM: Compatibilità ElettroMagnetica.

GA: Galleria Artificiale.

GN: Galleria Naturale.
LC: Linea di Contatto
LTF: Lyon-Turin Ferroviaire.
NLTL: Nuova Linea Torino-Lione.
OCC: Opere Civili.
PD: Progetto Definitivo.
PK: Punto Kilometerico.
TB: Tunnel di Base.
TBM: Tunnel Boring Machine.
TE: Trazione elettrica.
TI: Tunnel d'Interconnessione

3. Documenti di riferimento

- EN 50122-1: ..Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse - Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
- EN 50122-2: ..Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua.
- Disegni OCC del TB nella zona dei portali:
- PD2-C3A-TS3-3953-0: Planimetria in corrispondenza degli imbocchi con indicazione delle tratte.
 - PD2-C3A-TS3-3954-0: Sezione trasversale descrittiva con impianti in corrispondenza degli imbocchi - Sezione AA.
 - PD2-C3A-TS3-3955-0: Sezione trasversale descrittiva con impianti in corrispondenza degli imbocchi - Sezione CC.
 - PD2-C3A-TS3-3968-0: Planimetria in corrispondenza degli imbocchi in fase di scavo.
 - PD2-C3A-TS3-3970-0: Sezione tipo A in corrispondenza degli imbocchi - Fasi 2/2.
 - PD2-C3A-TS3-3994-0: Sezioni tipo S1-S6, S9 - Carpenteria.
- Disegni OCC del TB nella zona corrente (TBM, fresa aperta e scudata):
- PD2-C3A-TS3-0620-0: Sezione tipo TM45 - Geometria anello e disposizione conci.
 - PD2-C3A-TS3-0621-0: Sezione tipo TM40 - Geometria anello e disposizione conci.
 - PD2-C3A-TS3-4016-0: Sezioni tipo TS4, TS5 - Carpenteria.
 - PD2-C3A-TS3-4017-0: Sezioni tipo TM40-TM45 - Carpenteria.
- Disegni OCC del TI:
- PD2-C3A-TS3-4695-0: Planimetria con fasi e tipologie costruttive.
 - PD2-C3A-TS3-4730-0: Sezione tipo descrittiva con impianti 25 kV, (sez. B e F) in rettilo, scavo tradizionale.
 - PD2-C3A-TS3-4736-0: Sezione tipo descrittiva con impianti 25 kV, (sez. C) in curva a destra, scavo tradizionale.
 - PD2-C3A-TS3-4737-0: Sezione tipo descrittiva con impianti 25 kV, (sez. D) in rettilo, scavo tradizionale.
 - PD2-C3A-TS3-4738-0: Sezione tipo descrittiva con impianti 25 kV, (sez. E) in rettilo, scavo tradizionale.
 - PD2-C3A-TS3-4739-0: Sezione tipo descrittiva con impianti 25 kV, (sez. H) in rettilo, scavo tradizionale.
 - PD2-C3A-TS3-4780-0: Sinottico zona imbocco rami - Planimetria e profilo longitudinale.
 - PD2-C3A-TS3-5713-0: Imbocchi E - Planimetria sistemazione finale.
 - PD2-C3A-TS3-5724-0: Imbocchi E - Sezione Tipo GA e scatolare d'imbocco.

4. Considerazioni preliminari

Le armature metalliche civili presentano elettricamente un comportamento passivo, cioè non partecipano intenzionalmente alla conduzione elettrica. Pertanto, dal punto di vista degli impianti elettrici, esse costituiscono masse estranee.

Tuttavia, non intenzionalmente, tali armature possono assumere un potenziale elettrico essenzialmente nei seguenti 4 casi.

- 1) Contatto accidentale con parti in tensione (CEM condotta), in caso di cortocircuito per perdita d'isolamento d'un conduttore attivo (compresa rottura e caduta della LC), etc..
Il pericolo è verso le persone (tensioni di passo e contatto), non di corrosione elettrolitica delle armature metalliche (durata temporale insignificante).
- 2) Induzione elettromagnetica (CEM indotta), per effetto trasformatore causato dalla corrente di TE nella LC, in particolare in caso di cortocircuito di quest'ultima.
Il pericolo è verso le persone (tensioni di passo e contatto), non di corrosione elettrolitica delle armature metalliche (durata temporale insignificante).
- 3) Trasferimento di potenziale per un guasto elettrico verso terra (CEM condotta), tipicamente per rottura e caduta della LC.
Il pericolo è verso le persone (tensioni di passo e contatto), non di corrosione elettrolitica delle armature metalliche (durata temporale insignificante).
- 4) Vettoriamento di correnti vaganti (CEM condotta), generate da correnti di TE di linee ferroviarie in CC vicine (non dalla NLTL poiché in CA), e da eventuali attività industriali molto particolari e vicine.
Il pericolo è di corrosione elettrolitica delle armature metalliche, non verso le persone (tensioni di passo e contatto non sufficientemente elevate).

5. Predisposizioni

Le predisposizioni previste al seguito rappresentano le misure da implementare per prevenire i suddetti pericoli. Esse costituiscono il compromesso dell'odierna regola dell'arte, dove da un lato si tende ad equipotenzializzare le armature metalliche (per proteggere le persone), dall'altro lato si tende ad isolarle (per proteggerle dalla corrosione elettrolitica).

La linea guida consiste nel realizzare le armature metalliche isolate a tratti (soddisfacendo così alla protezione contro le correnti vaganti), inserendo dei giunti di separazione galvanica. Per contro si attuano delle predisposizioni, accessibili dopo ultimazione delle OOCC, con le quali le opere impiantistiche intraprenderanno le loro misure necessarie per proteggere le persone.

Ai fini della messa a terra, si possono raggruppare le specifiche progettuali di dettaglio nelle seguenti 3 tipologie di galleria.

- 1) Tipologia 1: realizzazione come GA, totalmente armata. Trattasi d'entrambi i tubi del TI nelle sezioni delle testate, e d'entrambi i tubi del TB nelle zone dei portali.
- 2) Tipologia 2: realizzazione come GN con elementi costitutivi: arco rovescio armato, murette armate, volta non armata. Trattasi d'entrambi i tubi del TI nelle sezioni correnti (non delle testate E), e d'entrambi i tubi del TB nelle zone fra i portali e le zone correnti.
- 3) Tipologia 3: realizzazione con TBM, totalmente a conci armati. Trattasi d'entrambi i tubi del TB nelle zone correnti (non dei portali).

Sempre ai fini della messa a terra, sono da ignorare le eventuali sezioni senza alcun concio armato, perché manca il materiale elettricamente conduttore.

Le seguenti 2 figure localizzano graficamente le suddette 3 tipologie.

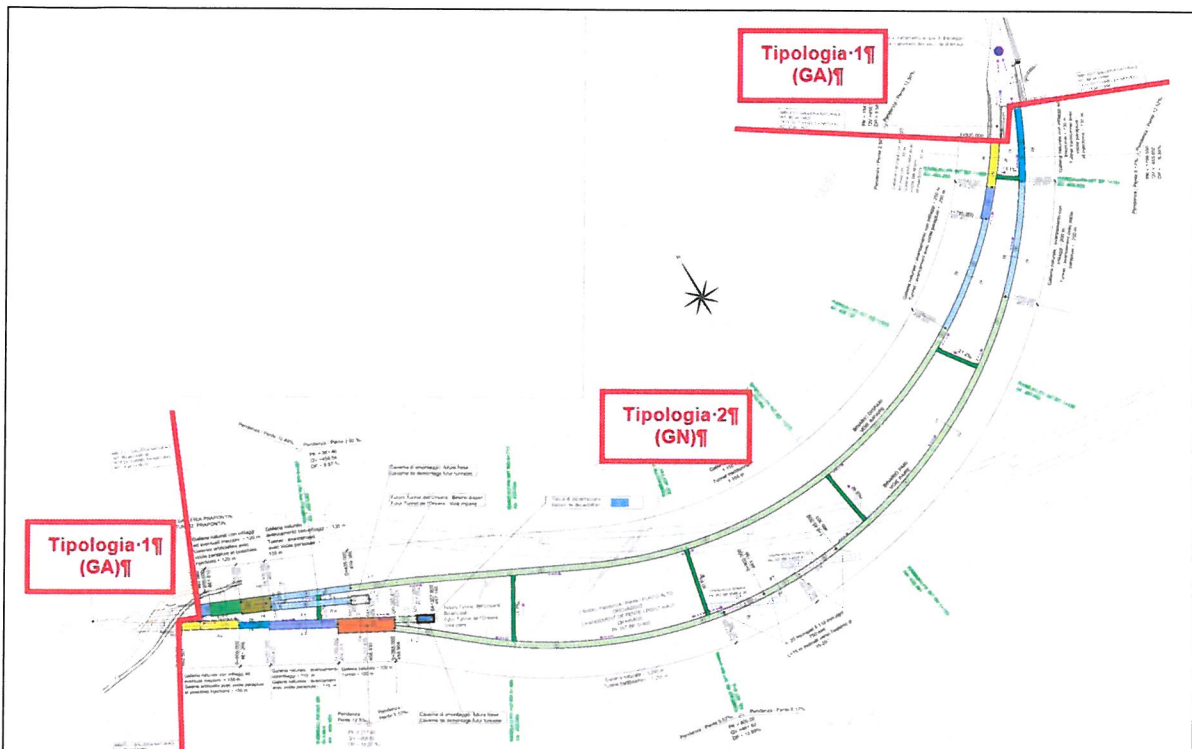


Figura 01. Estratto da PD2-C3A-TS3-4695-0 - TI - Planimetria con fasi e tipologie costruttive - Tratti di gallerie riconducibili alle tipologie 1 e 2.

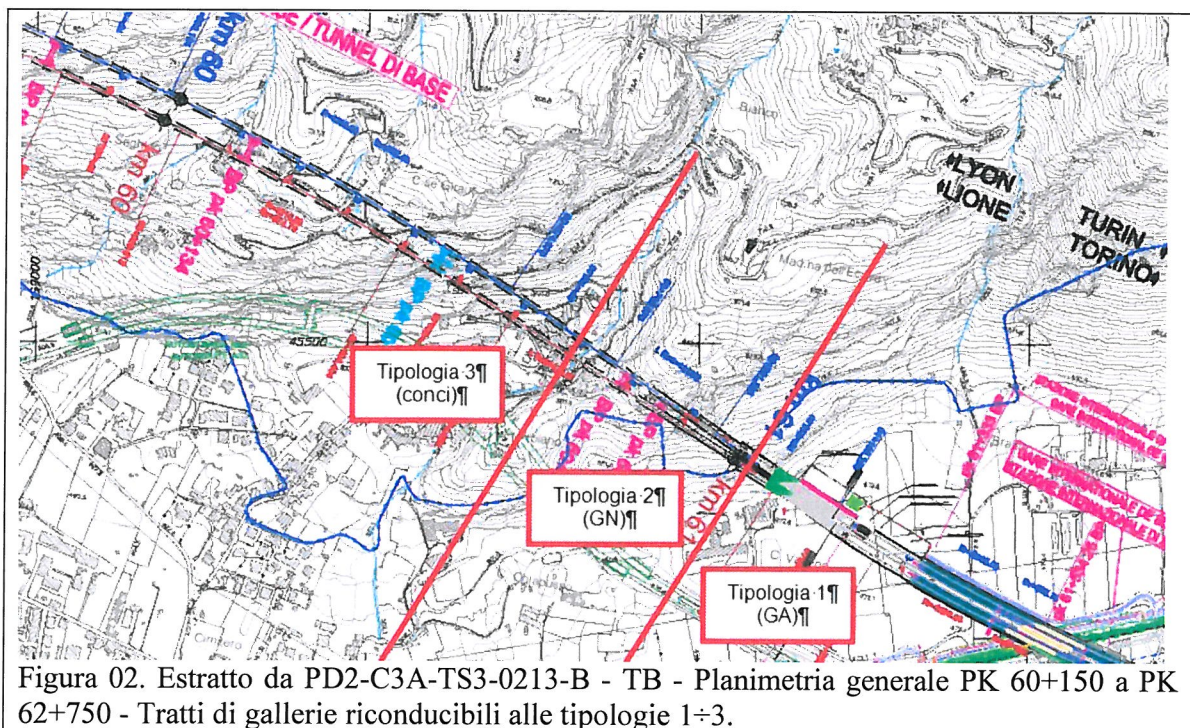


Figura 02. Estratto da PD2-C3A-TS3-0213-B - TB - Planimetria generale PK 60+150 a PK 62+750 - Tratti di gallerie riconducibili alle tipologie 1÷3.

5.1 Tipologia 1 (GA) - TI e TB nelle sezioni dei portali

Trattasi di GA, totalmente armata, con ognuno dei 4 tratti di tubo con lunghezza inferiore a 140 m.

Data l'esigua lunghezza, non occorrono predisposizioni (interruzioni delle armature metalliche) contro le correnti vaganti.

Per la protezione contro i contatti indiretti sono necessarie le seguenti azioni, per ognuno dei 2 tubi.

a) Assicurare la continuità galvanica di tutti i ferri d'armatura metallici, in entrambi i sensi trasversale e longitudinale, tramite legatura a regola d'arte o saldatura.

b) Inserire degli elettrodi di misura e collegamento, secondo il seguente schema.

- 1) Ognuno degli elettrodi è costituito da una piastra metallica, con dimensioni 100x100x10 mm. Nel centro è presente un foro passante filettato M12, chiuso sulla faccia interna con un dado cieco saldato. Sul retro della faccia posteriore sono saldate 4 zanche metalliche ognuna lunga 60 mm.

L'elettrodo finito (piastra dopo saldatura di filettatura e zanche) è zincato a caldo per immersione, ed è graficamente schematizzabile come nella seguente figura.

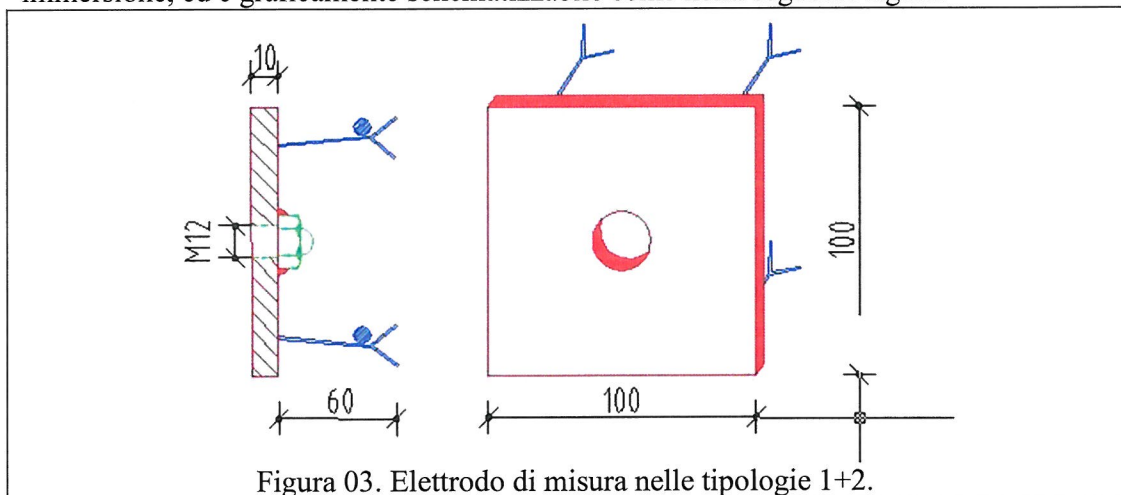


Figura 03. Elettrodo di misura nelle tipologie 1+2.

- 2) Posizionare 1 elettrodo su ognuno dei 2 lati di galleria, ad ognuna delle 2 estremità del tronco di galleria, ad altezza 1.5 m dal piano banchina, a distanza orizzontale 40 cm dall'estremità della galleria (portale verso l'aperto, passaggio alla GN nelle sezioni correnti), con la faccia anteriore rimanente a vista.

Il fissaggio avviene tramite saldatura d'ognuna delle 4 zanche ai ferri d'armatura metallici della GA.

La risultante schematizzazione grafica è identica alla figura per la tipologia 2 (GN).

5.2 Tipologia 2 (GN) - TI nelle sezioni correnti e TB fra i portali e le zone correnti

Trattasi di GN con elementi costitutivi: arco rovescio armato, murette armate, volta non armata.

Per la protezione contro le correnti vaganti è necessario, per ognuno dei 2 tubi, inserire dei giunti di separazione galvanica, secondo il seguente schema.

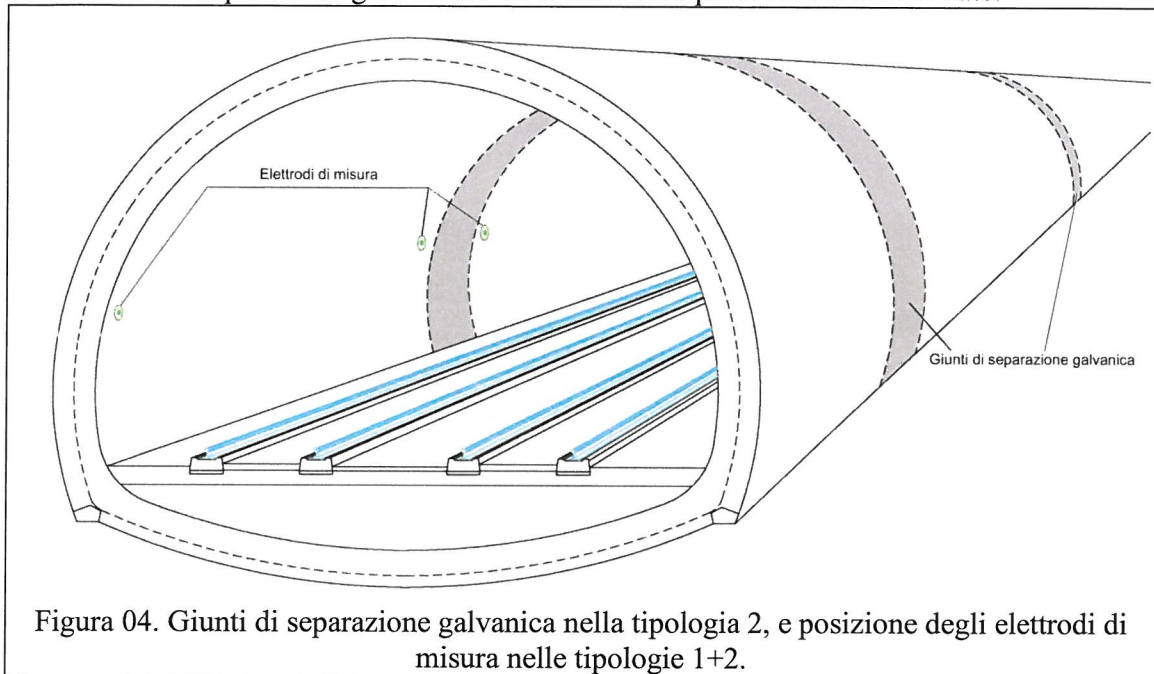
a) Ogni giunto è costituito da un'interruzione dei ferri d'armatura metallici sia dell'arco rovescio sia delle murette.

Ogni giunto ha lunghezza longitudinale 15 cm, costituente una corona circolare di galleria omogenea e continua, senza utilizzo di fibre metalliche nel suo calcestruzzo.

- b) I giunti hanno fundamentalmente passo ≤ 400 m, e nel TI con 1 giunto anche in corrispondenza del passaggio fra GA e GN.

A causa della vicinanza (20÷80 m) del tracciato della linea storica alimentata in CC, nei primi 400 m dell'imbocco E tale passo è ridotto a 100 m.

Poiché gli archi rovesci sono costituiti da elementi armati ognuno lungo longitudinalmente 10 m con copriferro alle estremità, è sufficiente (ed opportuno) realizzare i giunti di separazione galvanica in corrispondenza della giunzione fra 2 elementi d'arco rovescio, cosicché l'ulteriore separazione galvanica è da istituire solo più nelle murette armate.



- c) Istituire dei collettori trasversali fra i ferri d'armatura metallici delle murette, dal loro punto inferiore fino ad altezza 1.80 m dal piano banchina, secondo il seguente schema.
- 1) Ogni collettore trasversale è costituito da 1 ferro d'armatura d'acciaio (Fe), con sezione 200 mm^2 (diametro 16 mm).
 - 2) Posizionare 1 collettore trasversale su ognuno dei 2 lati di galleria, ogni 25 m fra 2 giunti di separazione galvanica (con 1 collettore trasversale distante 40 cm da ogni giunto di separazione galvanica), dal piano inferiore della muretta fino ad altezza 1.80 m dal piano banchina, saldandolo in 2 punti della muretta (1 in alto ed 1 in basso).
- d) Istituire dei collettori longitudinali fra tutti i collettori trasversali, secondo il seguente schema.
- 1) Ogni collettore longitudinale è costituito da 1 ferro d'armatura d'acciaio (Fe), con sezione 400 mm^2 (diametro 22 mm).
 - 2) Posizionare 1 collettore longitudinale su ognuno dei 2 lati di galleria, per tutta l'estensione del tronco di galleria fra 2 giunti di separazione galvanica, ad altezza 1.5 m dal piano banchina, saldandolo ad ognuno dei collettori trasversali.

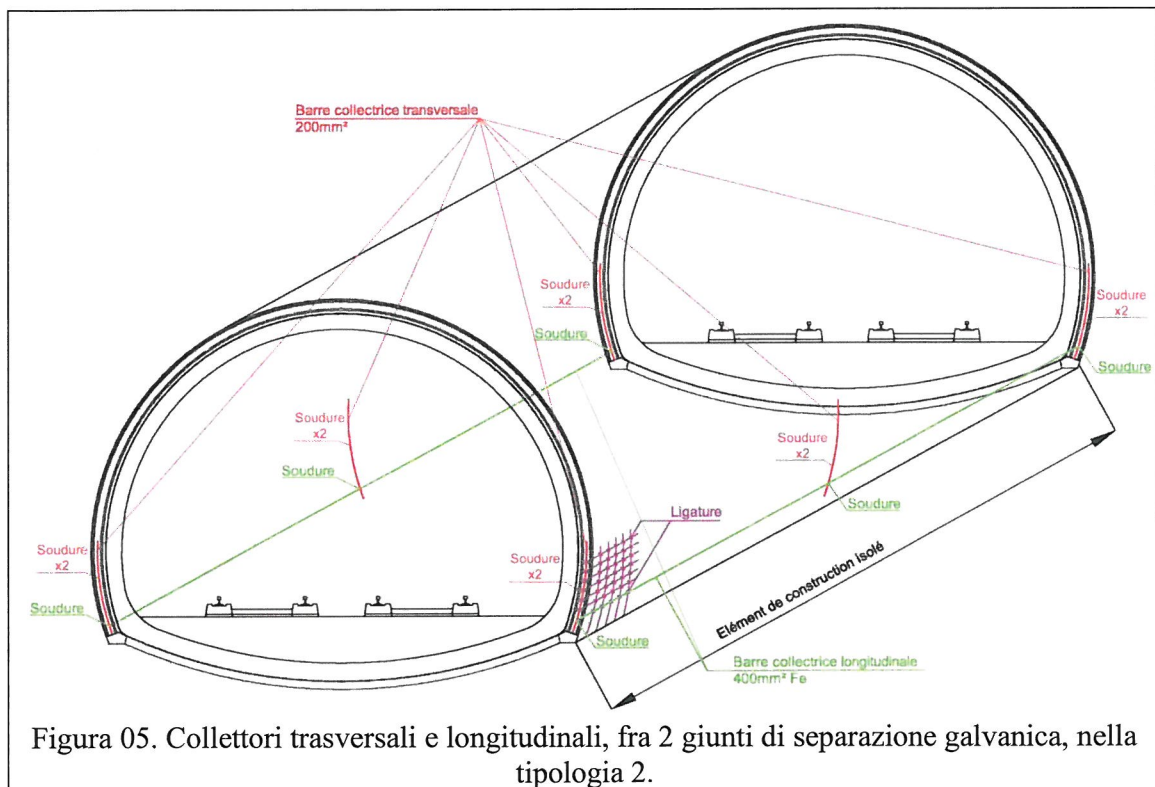


Figura 05. Collettori trasversali e longitudinali, fra 2 giunti di separazione galvanica, nella tipologia 2.

Per la protezione contro i contatti indiretti sono necessarie le seguenti azioni per ognuno dei 2 tubi, in ogni tronco di galleria compreso fra 2 giunti di separazione galvanica.

e) Assicurare la continuità galvanica di tutti i ferri d'armatura metallici (arco rovescio e murette), in entrambi i sensi trasversale e longitudinale, tramite legatura a regola d'arte o saldatura.

Ciò implica che tale continuità è garantita con continuità anche fra i ferri dell'arco rovescio e quelli delle murette.

f) Inserire degli elettrodi di misura e collegamento, secondo il seguente schema.

1) Ognuno degli elettrodi è costituito da una piastra metallica, con dimensioni 100x100x10 mm. Nel centro è presente un foro passante filettato M12, chiuso sulla faccia interna con un dado cieco saldato. Sul retro della faccia posteriore sono saldate 4 zanche metalliche ognuna lunga 60 mm.

L'elettrodo finito (piastra dopo saldatura di filettatura e zanche) è zincato a caldo per immersione.

La risultante schematizzazione grafica è identica alla figura per la tipologia 1 (GA).

2) Posizionare 1 elettrodo su ognuno dei 2 lati di galleria, ad ognuna delle 2 estremità del tronco di galleria compreso fra 2 giunti di separazione galvanica, ad altezza 1.5 m dal piano banchina, a distanza orizzontale 40 cm dal giunto di separazione galvanica, con la faccia anteriore rimanente a vista.

Il fissaggio avviene tramite saldatura delle 4 zanche all'incrocio fra i collettori trasversale e longitudinale.

La schematizzazione grafica risulta come nella precedente figura (rappresentante anche i giunti di separazione galvanica nella tipologia 2).

5.3 Tipologia 3 (conci armati) - TB nelle sezioni correnti

Trattasi di galleria con TBM, a conci totalmente armati.

Per la protezione contro le correnti vaganti non è necessario alcun intervento, perché i copri-ferri dei conci assolvono già la funzione di separazione galvanica.

Per la protezione contro i contatti indiretti, il leitmotiv consiste solamente nel rendere galvanicamente accessibili le gabbie d'armatura metallica dei conci.

Inoltre, poiché ad opera ultimata i conci inferiori sono inaccessibili (perché coperti dal riempimento del fondo in calcestruzzo e dalle opere di banchina), un'ulteriore predisposizione consiste nel riportare (tramite dei ponti metallici) la loro accessibilità galvanica sui conci laterali (accessibili ad opera ultimata).

Per ognuno dei 2 tubi sono quindi necessarie le seguenti azioni.

a) In ogni concio, assicurare la continuità galvanica di tutti i ferri d'armatura metallici, tramite legatura a regola d'arte o saldatura.

b) In ogni concio, inserire 2 elettrodi di raccordo verso l'esterno, secondo il seguente schema.

1) Ogni elettrodo è costituito da barra metallica lunga 80 mm, filettata M12 nei 20 mm superiori, zincata a caldo per immersione.

2) Posizionare 1 elettrodo sulla faccia interna (verso interno galleria) del concio, lungo la mediana maggiore, a distanza 70 mm dal bordo corto del concio.

Il fissaggio avviene tramite saldatura della barra filettata alla gabbia d'armatura metallica del concio, ad una profondità nel concio tale che l'estremo superiore della barra filettata resti incassato di 10 mm rispetto alla faccia interna del concio. Per garantire l'accessibilità all'elettrodo, intorno alla barra filettata il concio presenta un incavo (assenza di calcestruzzo) cilindrico profondo 30 mm. Dopo la fine lavorazione del concio, l'elettrodo viene protetto tramite riempimento con schiuma rimovibile di tale incavo.

La così risultante situazione rappresenta la predisposizione finita per i conci (laterali e superiori) i cui elettrodi sono accessibili ad opera ultimata, come raffigurato al seguito.

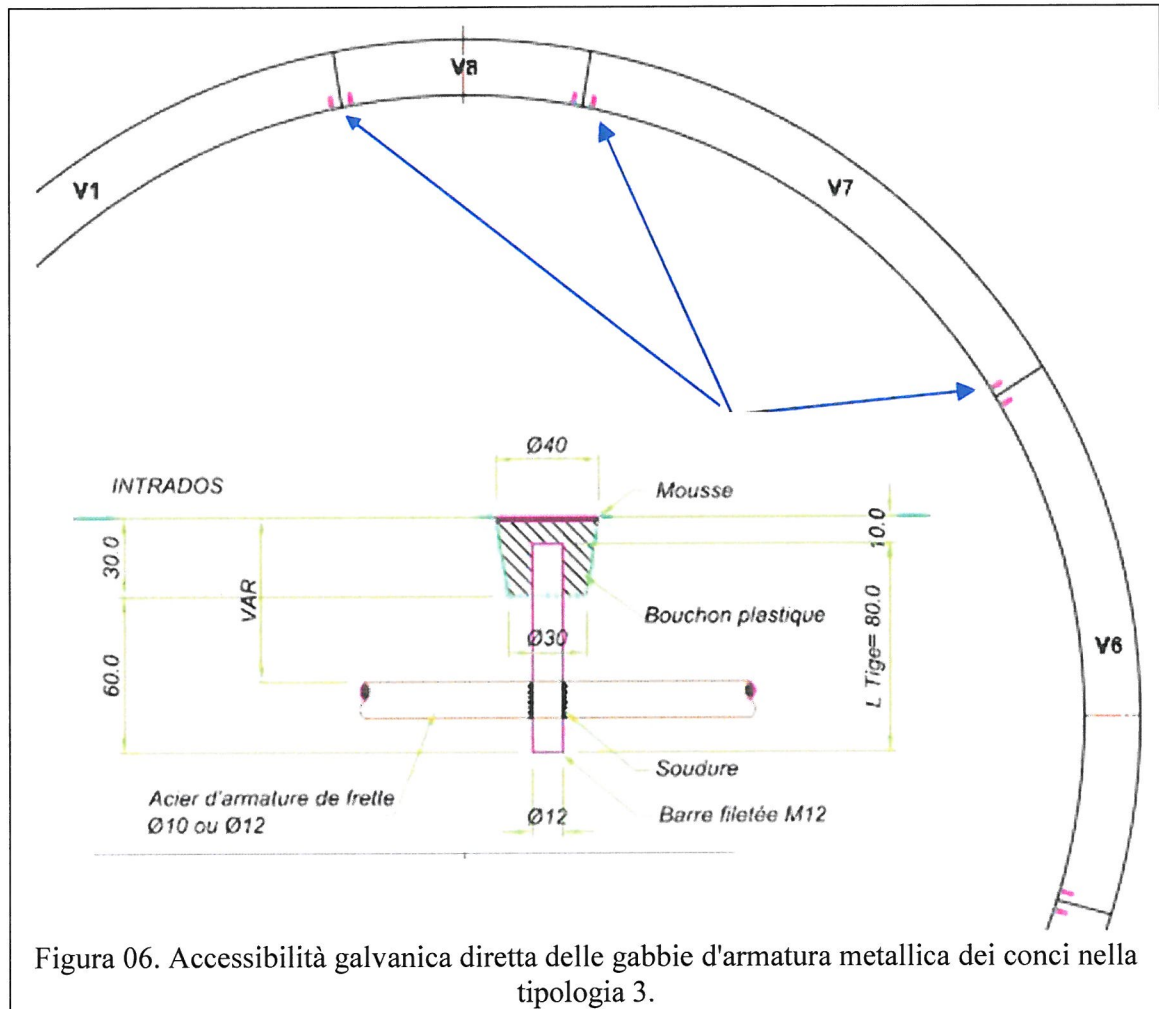


Figura 06. Accessibilità galvanica diretta delle gabbie d'armatura metallica dei conci nella tipologia 3.

- c) Assicurare la continuità galvanica di tutti i conci inferiori inaccessibili (in toto) ad opera finita (coperti dal riempimento del fondo in calcestruzzo e dalle opere di banchina), tramite ponti di collegamento, secondo il seguente schema.
- 1) Ognuno ponte di collegamento è costituito da una barretta metallica, con dimensioni 200x40x3 mm, con 2 asole 30x15 mm posizionate sulla mediana della barretta ad interasse 140 mm, zincata a caldo per immersione.
 - 2) Per ogni anello di conci, dopo avere rimosso la schiuma di protezione degli incavi, collegare a coppie gli elettrodi appartenenti a conci adiacenti, tramite i ponti di collegamento, fissando le barrette su degli opportuni distanziali metallici (zincati a caldo per immersione) avvitate nelle filettature.
- La così risultante situazione rappresenta la predisposizione finita per i conci (inferiori) i cui elettrodi sono inaccessibili ad opera ultimata, come raffigurato al seguito.

