

REVISIONI	03	15/12/2022	Sorveglianza commissione di verifica	Scangea	Scangea	Roda
	02	07/10/2022	Aggiornamento tipici di posa	Scangea	Scangea	Roda
	01	24/08/2022	Modifiche a seguito di variante SS12	Scangea	Scangea	Roda
	00	13/07/2022	Prima emissione.	Scangea	Scangea	Roda
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
CODIFICA ELABORATO APPALTATORE			Timbro e firma Appaltatore	Logo Appaltatore		
C01595R002						

Progetto Esecutivo

Relazione tecnica generale

Razionalizzazione e sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) nell'area di Trento - Interventi sulla rete 132KV



REVISIONI					
	01	15/12/2022	Sorveglianza commissione di verifica	F. Campostrini RIT-REI-ARI PD	S. Scarietto RIT-REI-ARI PD
	00	07/10/2022	Prima emissione	F. Campostrini RIT-REI-ARI PD	S. Scarietto RIT-REI-ARI PD
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	ACCETTATO

NUMERO E DATA ORDINE: 4000089729 / 22.12.2021

MOTIVO DELL'INVIO: PER ACCETTAZIONE PER INFORMAZIONE

CODIFICA ELABORATO	
RVCX11002C2249468	

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Rete Italia S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia S.p.A.

This document contains information proprietary to Terna Rete Italia S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna Rete Italia S.p.A. is prohibit.

INDICE

1. Premessa	3
2. Oggetto	3
3. Generalità	3
4. Descrizione dei tracciati	5
4.1. Nuovo collegamento 132kV TN sud – Cirè	5
4.2. Nuovo collegamento 132kV TN sud – Morì	12
4.3. Modifiche rispetto al progetto autorizzato	13
5. Rilievo interferenze	14
6. Disfacimenti	15
7. Pavimentazioni stradali	15
8. Scavi	16
9. Posa dei cavi	18
10. Attraversamenti e posa in tubiera	19
11. Attraversamento tradizionale con costruzione canalizzazione	20
12. Posa cavi energia all'interno della tubiera	21
13. Modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti	22
14. Schema delle fasi della tecnica di perforazione direzionata	23
14.1. Esecuzione del foro pilota	23
14.2. Esecuzione dell'alesatura e posa della condotta	24
14.3. Controllo direzionale	24
14.4. Attrezzature di perforazione	25
14.5. Contesto geologico e geotecnico	25
15. Camera Giunti	26
16. Ripristini	29
17. Campi elettromagnetici	29
18. Normativa di riferimento	30
18.1. Leggi	30
18.2. Norme tecniche	31
18.3. Norme CEI	31
19. Sicurezza nei cantieri	31

1. Premessa

La società TERNA Rete Italia S.p.A. è la società concessionaria in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

TERNA Rete Italia, nell'espletamento del servizio dato in concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;
- garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

2. Oggetto

TERNA S.p.A. è stata autorizzata alla costruzione ed all'esercizio degli impianti di seguito descritti, con DETERMINAZIONE DEL DIRIGENTE N. 58 del 19 Marzo 2021 del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (A.P.R.I.E.).

La presente relazione fa parte integrante del Progetto Esecutivo per la realizzazione dei collegamenti in cavo in progetto, tutti afferenti alla stazione di Trento sud.

La relazione descrive le attività lavorative che dovranno essere svolte tenendo in considerazione i principi generali con i quali Terna S.p.A. ha concepito il Progetto autorizzativo.

3. Generalità

Le opere da realizzare consistono nei raccordi in cavo interrato per i seguenti collegamenti:

- 132kV Trento sud - Cirè
- 132kV Trento sud - Mori.

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

L'intera opera ricade nella Regione Trentino Alto Adige, in Provincia di Trento, nel Comune di Trento.

ELETTRODOTTO	TENSIONE	COMUNE	LUNGHEZZA [m]
Trento sud - Cirè	132 kV	Trento (TN)	3142
Trento sud - Mori	132 kV	Trento (TN)	588
Tot.			3730



Tutti i lavori dovranno essere eseguiti in accordo con le specifiche tecniche di Terna Rete Italia S.p.A. e rispettare le linee guida descritte in questo documento.

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni di cantiere in tratti di limitata estensione avanzando progressivamente lungo il tracciato.

Le operazioni si articoleranno nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura delle linee e ripristini;
- confezionamento delle terminazioni;
- collaudo della linea.

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario lo stoccaggio per il deposito temporaneo delle bobine contenenti i cavi, ove possibile in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alle fasce di lavoro. Tutto ciò al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

4. Descrizione dei tracciati

I tracciati, studiati comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti, cercando di recare il minor sacrificio possibile alle proprietà private, sono descritti di seguito. La connessione della SE, verrà realizzata mediante la costruzione di due distinti raccordi in cavidotto interrato a 132 kV che andranno a formare un doppio collegamento.

4.1. Nuovo collegamento 132kV TN sud – Cirè

Il collegamento viene realizzato con un elettrodotto parte in linea aerea e parte in cavo interrato. Il tratto in cavo interrato inizia con l'attestazione dal terminale posto all'interno della stazione elettrica di Trento Sud e arriva al sostegno n° 28 posto nell'area del Casteller sul versante sud del dosso di San Rocco.



Dal terminale si immette su strada interna della stazione elettrica per poi svoltare su area verde della stessa e proseguire su questa per circa 100m per superare la recinzione della proprietà Terna e immettersi su una viabilità di servizio che circonda l'area degli impianti sportivi di Trento percorrendola per circa 590m. Su quest'ultima tratta sarà realizzata la BG1 (buca giunti 1).

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002



Successivamente il tracciato del cavo attraversa una aiuola e percorre un'area di parcheggio a servizio degli impianti sportivi per circa 80m e dopo si immette nell'incrocio tra lo svincolo per la tangenziale (SS12) e via Ragazzi del 99. Superato tale incrocio, il collegamento prosegue su via Ragazzi del 99, prima con posa a cielo aperto e poi con posa in TOC sia per superare alcuni servizi esistenti oltre che per non intralciare la viabilità. La posa in TOC emerge in un'area verde compresa tra la SS 12 e via Ragazzi del 99 in cui sarà realizzata la BG2 (buca giunti 2). Ripartendo dalla BG2, il tracciato prosegue con posa in TOC attraversando sia lo svincolo che l'aiuola della SS12 per riemergere sulla stessa SS12 al km 374+400 circa, poi proseguire verso sud sulla

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

statale in posa a cielo aperto (tubiera) per circa 19m e continuare con posa in TOC per circa 107m fino al km 374+270 circa.



Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002



Il tracciato prosegue con posa a cielo aperto per circa 13m per poi proseguire in TOC per circa 230m superando anche lo svincolo di Trento sud e riemergendo nell'area verde laterale alla strada statale in prossimità del km 374+040 dove sarà realizzata la BG3. Dopo la buca giunti 3 il tracciato del cavo prosegue in direzione sud per altri 30m circa con posa a cielo aperto (tubiera) per poi attraversare la SS12 al km 373+980 circa con posa in TOC per riemergere in adiacenza alla SP90 al km 0+450 circa per proseguire lungo la banchina della SP 90 con posa in TOC per altri 200m circa. Successivamente il tracciato svolta verso est e attraversando in TOC prima la SP 90 al km 0+660 circa, poi la SS12 alla km 373+720 circa, poi fosso di scolo che costeggia SS12 e la ferrovia Verona-Brennero al km 089+645, il tracciato del cavo riemerge nell'area del Trentino Music Arena.



Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002



Il cavo prosegue ai margini della Trentino Music Arena per circa 330m e su questa area sarà realizzata la BG4. Il tracciato del cavo prosegue attraversando via San Vincenzo e poi si direziona verso il pendio per risalire verso monte in proprietà private. Visto il notevole dislivello, il cavo sarà posato e staffato, nelle tratte più ripide, in cunicoli ancorati.

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002



Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002



Successivamente il cavo si immette sulla parte alta di via Casteller e prosegue su questa per circa 90m per deviare sul terreno laterale alla stessa via, di proprietà privata, su cui sarà realizzata la BG5. L'ultima tratta, partendo dalla buca giunti 5, continua prima su un terreno privato per circa 40m, poi si immette su una pista sterrata proseguendo su questa per circa 185m poi devia nell'area prossima alla pista per circa 45m per proseguire nel bosco con posa in TOC per circa 165m per emergere in prossimità del nuovo sostegno 28 e proseguire per circa 15 m fino alla risalita allo stesso.



Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002



4.2. Nuovo collegamento 132kV TN sud – Mori

Come prevede il progetto di razionalizzazione, la parte meridionale della linea 132kV Ora-Mori sarà raccordata alla stazione elettrica di Trento sud a realizzare il nuovo collegamento 132kV TN sud - Mori. Il raccordo viene realizzato tramite un tratto di cavidotto della lunghezza di circa 590m che intercetta il tracciato 132kV Ora-Mori in corrispondenza del sostegno n° 244.



Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

Con partenza dal terminale dedicato, il tracciato attraversa la strada interna della stazione elettrica per proseguire su area verde della stessa per circa 100m per superare la recinzione della proprietà Terna e immettersi su una viabilità di servizio che circonda l'area degli impianti sportivi di Trento percorrendola per circa 410m.



Dai terminali, sia all'interno dell'area di stazione che sulla viabilità esterna il cavidotto viene affiancato dal tracciato della linea in progetto Trento sud-Cirè. Il tracciato del cavo TN sud-Morì devia in un varco pedonale che esiste sulla struttura che delimita a sud-ovest tutta la zona sportiva (vedi foto). Superato tale varco il cavo si dirige verso il nuovo sostegno, che sarà realizzato per la transizione aereo/cavo facendo, prima, una curva accentuata con lo scopo di scorta cavo, per poi risalire sullo stesso.



4.3. Modifiche rispetto al progetto autorizzato

Rispetto al tracciato contenuto nel piano tecnico delle opere autorizzato con DETERMINAZIONE DEL DIRIGENTE N. 58 del 19 Marzo 2021 del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche (A.P.R.I.E.), il progetto esecutivo riporta le seguenti variazioni sostanziali lungo la linea Trento Sud-Cirè, preventivamente concordate da Terna Rete Italia S.p.A. con gli enti interessati:

TRATTA	PTO	PROGETTO ESECUTIVO	MOTIVAZIONE
BG3-BG4	Dopo la BG3 il tracciato percorre per circa 310m la Strada statale 12 dell'Abetone e del Brennero (SS12), per poi curvare ad angolo retto verso est ed attraversare perpendicolarmente la linea Ferroviaria Verona-Brennero	Dopo la BG3 il tracciato attraversa in TOC la SS12, per portarsi quindi lungo la Strada provinciale 90 Destra Adige (SP90), che viene percorsa in direzione sud fino alla medesima altezza del tracciato PTO, dove poi svolta in direzione est attraversando nuovamente in TOC la SS12 e la linea Ferroviaria Verona-Brennero	Lo spostamento avviene per ridurre l'impatto sulla viabilità della SS12, la principale arteria di traffico che serve la città di Trento in direzione sud-nord. La variazione è stata concordata con il Servizio gestione strade della Provincia autonoma di Trento che ha in gestione sia la SS12, sia la SP90.
BG5-P.28	Il tracciato dell'elettrodotto in cavo si interrompe in corrispondenza dell'ex Palo 30	Dall'ex Palo 30 il tracciato del cavo prosegue per circa 180m fino al Palo 28, seguendo il tracciato autorizzato della linea aerea	Si è ottemperato il parere espresso in fase autorizzativa dalla Soprintendenza per i beni culturali con nota 636349 del 01/12/2014 (parte integrante della DETERMINAZIONE DEL DIRIGENTE N. 58 del 19 Marzo 2021), ovvero: "valutare la possibilità di non realizzare i tralicci 28 e 29 e perseguire l'interramento della linea in quella tratta ovvero l'allontanamento dei tralicci oltre il vigneto"
Tot.			3730

5. Rilievo interferenze

Per elaborare il Progetto Esecutivo sono state effettuate le indagini del sottosuolo per individuare, con possibile precisione, la posizione di eventuali altri impianti e manufatti (gallerie, fogne, cavi telefonici, ed altri, tubazioni di gas, acqua, ecc..) che si sviluppa in ambito urbano.

Eseguite le suddette operazioni si è potuto di norma stabilire con diligenza la posizione della trincea, tenendo presente i criteri seguenti:

- a) deve essere assicurato l'utilizzo ed esercizio degli impianti/manufatti preesistenti;
- b) deve essere regolata la coesistenza con impianti di altri servizi, valutando anche l'opportunità di richiedere lo spostamento degli impianti in questione o il loro superamento, mediante costruzione della trincea a maggiore profondità.

 Terna Rete Italia <small>T E R N A G R O U P</small>	Progetto Esecutivo Relazione tecnica illustrativa	  <small> SCANGEA CONTRACTING SRL VIA TRIESTE, 64 - 50065 PONTASSIEVE (FI) e-mail info@scangeasrl.it </small>
Codifica Elaborato Terna: RVCX11002C2249468	Rev.01	Codifica Elaborato <Fornitore>: C01595R002

- c) è vietato assolutamente incorporare tubazioni di gas. È consentito invece, previo consenso dell'Ente interessato, che la trincea sia attraversata da cavi o tubi di altri servizi, purché questi siano privi di giunti in corrispondenza dell'attraversamento stesso, facendo ricorso ad opportune protezioni (intercapedini, tubi, ecc.);
- d) deve essere mantenuta, nei parallelismi con altre condutture, la distanza minima eventualmente stabilita dalle Norme.

Nello specifico dell'impianto oggetto della presente relazione, sono stati realizzati, una campagna di rilevazione dei sottoservizi, mediante l'utilizzo di apposita attrezzatura elettromagnetica (Georadar) per cui si rimanda ai documenti dedicati, oltre all'apertura di alcuni tombini.

6. Disfacimenti

Prima di iniziare i lavori di scavo vengono eseguiti, ove necessario, i disfacimenti delle superfici presenti.

Nell'esecuzione dei disfacimenti e degli scavi, si devono osservare le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- Attenersi alle Norme fissate dai regolamenti e dalle disposizioni degli Enti proprietari per quanto riguarda la richiesta dei permessi, i periodi consentiti per l'apertura degli scavi, i ripristini della pavimentazione, ecc., in questo caso del Comune di Trento;
- Rilevare, prima di rimuovere la pavimentazione, la posizione della segnaletica stradale, dei cippi e dei termini di proprietà al fine di poterli poi ricollocare, a lavoro ultimato, esattamente nella posizione primitiva;
- Collocare in posizione ben visibile gli sbarramenti protettivi e le segnalazioni stradali previste dalle Leggi o fissate dagli Enti interessati (Comuni, Province, ecc.) e prendere tutte le misure atte ad evitare incidenti ed a ridurre al minimo l'intralcio alla circolazione, ricorrendo, ove necessario, ad opportuni mezzi provvisori di regolazione del traffico;
- Eseguire gli attraversamenti stradali, quando non sia stata autorizzata l'interruzione della circolazione, in modo tale che rimanga sempre disponibile, per il traffico, una sufficiente porzione della carreggiata;
- Organizzare il lavoro per tenere occupata la sede stradale il minor tempo possibile;
- Segnalare immediatamente, alla direzione dei lavori ed ai terzi proprietari, eventuali danni provocati a condutture o servizi presenti nel sottosuolo.

7. Pavimentazioni stradali

Il taglio della superficie in asfalto viene eseguito con fresa meccanica, per la lunghezza di scavo stabilita; nel caso in cui le caratteristiche stradali o il tipo di intervento, impediscano l'uso della fresa, il taglio della pavimentazione potrà essere eseguito esclusivamente con macchine a lama rotante.

Qualora l'asse dello scavo sia posizionato ad una distanza minore o uguale a m. 1,00 dal bordo o dal ciglio stradale si dovrà eseguire la fresatura fino a tale limite, per l'intero spessore della pavimentazione. In ogni caso il taglio dovrà essere realizzato in modo netto e pulito, evitando danneggiamenti delle zone immediatamente circostanti e per facilitare il successivo ripristino.

In assenza di particolari richieste, la larghezza di taglio è limitata allo stretto necessario per l'esecuzione dei lavori, per mezzo di idonee attrezzature quali ruote diamantate o frese; la profondità del taglio è adeguata allo spessore della pavimentazione.

Il materiale della pavimentazione non è utilizzato per il rinterro e pertanto viene asportato, trasportato alla discarica e smaltito come richiesto dalle specifiche del Cliente e dalle normative locali vigenti.

8. Scavi

Ottenuti i permessi relativi a rottura, occupazione suolo, accesso, transito e stazionamento su proprietà private, oltre alle autorizzazioni ed oneri di scarico e smaltimento dei fanghi bentonitici utilizzati nel corso delle operazioni di trivellazione, si provvederà alla definitiva picchettazione del tracciato.

Tutte le opere di scavo dovranno essere eseguite a regola d'arte in accordo con le prescrizioni tecniche vigenti emanate dagli Enti proprietari.

Per l'esecuzione degli scavi, data la tipologia di tracciato che si sviluppa su di aree facilmente accessibili e pianeggianti (banchina stradale, campi, strade) si utilizzeranno automezzi (escavatori, vibrocosteripatori, ecc..) di tipo tradizionale, normalmente utilizzati in ambito urbano.

La trincea avrà una larghezza media di 0,70 m per una profondità di 1,60 m in ambito di sede stradale e 1,70 su terreno naturale.

Nelle operazioni di scavo verrà posta attenzione nel sagomare la sezione dello scavo stesso secondo quanto previsto nelle prescrizioni e sul fondo dello scavo, accuratamente livellato alla profondità desiderata in modo da evitare il più possibile la formazione di gobbe o avvallamenti, verranno posizionati rulli girevoli ad una distanza ragionevole da evitare il trascinarsi del cavo sul terreno, ed il suo danneggiamento per abrasione.

In presenza di eventuali manufatti sotterranei, vengono utilizzate speciali attrezzature a percussione per la loro demolizione.

Lo scavo deve essere aperto per il minor tempo possibile, compatibilmente con le successive attività; nel caso debba rimanere aperto durante le ore notturne od in caso di scarsa visibilità, deve essere chiaramente protetto e segnalato.

La realizzazione dei due collegamenti in cavo è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
2. stenditura e posa del cavo;
3. rinterro dello scavo fino a piano campagna.

Solo la prima e la terza fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Durante la realizzazione delle opere, per il criterio di gestione del materiale scavato si rimanda al Piano di gestione terre e rocce da scavo RVCX11002C2249692.

9. Posa dei cavi

In accordo alla normativa vigente, l'interramento dei cavi verrà realizzato in modo da escludere la possibilità di danneggiamento dei cavi stessi in eventuali scavi successivi.

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che saranno trasportati nella zona di posa avvolti su bobine.

Le bobine dei cavi energia, adeguatamente montate su un cavalletto piazzato ad una certa distanza dallo scavo, in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando viene posato sul terreno, dovranno essere maneggiate con cura durante i vari spostamenti e posate una per volta.

Durante lo svolgimento del cavo, si provvederà, con un esame visivo, a valutare il buon stato dei cavi stessi.

I cavi saranno posati, con disposizione delle fasi a trifoglio allargato, alla profondità di 1,50/1,60 m su un letto di cemento magro "cement mortar" di spessore circa di 10 cm.

Dopo aver tolto il cappuccio di protezione e preparato la testa di ogni cavo, per il tiro del cavo saranno applicati alla testa stessa dei dispositivi di attacco dotati di un giunto snodato su cui si scaricano i momenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione preventivamente svolta lungo la tratta in questione.

Il cavo verrà svolto dalla bobina e steso all'interno dello scavo; la posa avverrà facendo cura che il cavo si svolga linearmente sui rulli predisposti (nel caso si scosti dai rulli viene spostato manualmente o in presenza di ostacoli), ponendo particolare cura nel non danneggiare la guaina del cavo. La rotazione della bobina dovrà essere controllata e se necessario frenata allo scopo di evitare dannose piegature del cavo, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina.

Durante le operazioni di posa dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possano venire piegati o raddrizzati, non sia inferiore a -5°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a quanto prescritto dal fornitore del cavo.

Il tiro del cavo sarà effettuato mediante l'utilizzo di un argano a motore con frizione automatica con un sistema di controllo dello sforzo di trazione che dovrà avvenire in modo graduale e continuativo evitando le interruzioni posto sul lato opposto rispetto alla bobina.

Lo stendimento del cavo sarà effettuato riducendo il più possibile le sollecitazioni meccaniche, la bobina sarà posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse di posa; In corrispondenza della fine di ciascuna pezzatura viene lasciata una adeguata ricchezza in sovrapposizione con quella seguente, per consentire una agevole esecuzione delle opere di giunzione e scorte agli estremi.

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

Successivamente ai cavi energia, nello stesso scavo a distanza di almeno cm 30 dai cavi di energia, verrà posato tritubi e monotubi $\varnothing 50$ mm per cavi di telecomunicazioni e sistema di monitoraggio, applicando le stesse modalità e cure sopra descritte.

Tutti i cavi verranno ricoperti con uno strato di cement mortar dello spessore di cm 40.

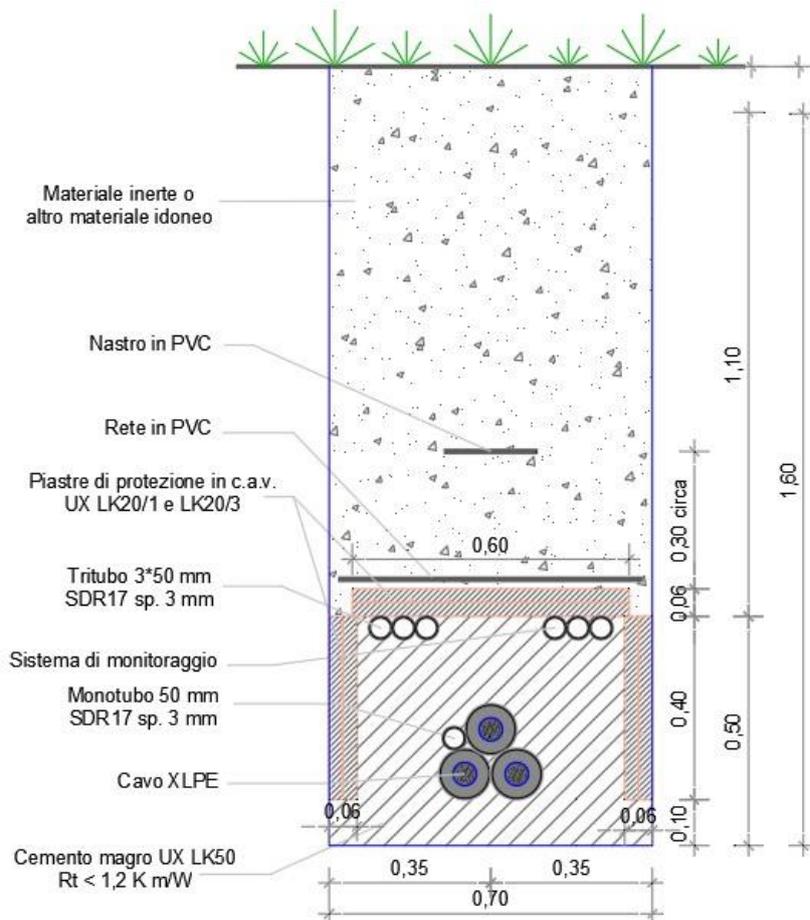
I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, e da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di cm 6.

La restante parte della trincea verrà riempita come prescritto dalle specifiche tecniche del Cliente ed alle prescrizioni degli Enti proprietari delle sedi di posa.

Il rinterro della parte di trincea superiore alla sezione inerente la posa dei cavi, qualsiasi essa sia, deve essere conforme alle prescrizioni degli Enti proprietari delle sedi di posa.

Di seguito vengono riportate le sezioni tipologiche standard della trincea di posa.

CAVI AT POSATI A TRIFOGLIO



10. Attraversamenti e posa in tubiera

 T E R N A G R O U P	Progetto Esecutivo Relazione tecnica illustrativa	  <small> Azienda iscritta 03/09/2013 SCANGEA CONTRACTING SRL VIA TRIESTE, 64 - 50065 PONTASSIEVE (FI) e-mail info@scangeasrl.it </small>
Codifica Elaborato Terna: RVCX11002C2249468	Rev.01	Codifica Elaborato <Fornitore>: C01595R002

Lungo il tracciato del collegamento in cavo interrato sono state, in fase di Progetto, rilevate ed identificate le situazioni di interferenza con sottoservizi o attraversamenti che richiedono la preventiva realizzazione di opere infrastrutturali dedicate come nel caso di attraversamenti di strade.

Le interferenze normalmente rilevate si riferiscono a:

- Fognatura
- Illuminazione pubblica
- Rete di distribuzione gas
- Telefonia
- Corsi d'acqua
- Acquedotti

Nella planimetria del progetto esecutivo sono stati riportati tutti i sottoservizi forniti dagli Enti competenti quali hanno risposto alle richieste ai quali è stata avanzata formale richiesta e quelli identificati tramite i saggi.

Di seguito saranno trattate le soluzioni particolari da adottare per il superamento di specifici attraversamenti/interferenze.

Le risoluzioni di tutte le interferenze dovranno rispettando le norme tecniche CEI 11-17.

- La distanza richiesta per i parallelismi tra le tubazioni gas (con pressioni inferiori o uguali a 5 Bar) ed i cavi elettrici, deve essere superiore a 50 cm in senso orizzontale tra le rispettive superfici esterne; analogamente la distanza in caso di attraversamenti (sottopassi o sovrappassi) deve essere superiore a 50 cm
- La distanza richiesta per gli attraversamenti tra le tubazioni gas (tubazioni di 3° specie con pressioni $p > 5$ bar è inferiore o uguale a 12 bar) ed i cavi elettrici deve essere superiore a 150 cm salvo adozione di guaine esterne in acciaio; la distanza in caso di parallelismi non dovrà essere inferiore alla profondità di posa della tubazione gas.

Per il superamento di tali punti critici, a seconda delle caratteristiche della superficie e del sottosuolo verranno ipotizzate le seguenti soluzioni realizzative:

- tradizionale → mediante la realizzazione di tubiere in cls.
- con mezzi speciali → mediante l'utilizzo di sistemi di perforazione teleguidata

11. Attraversamento tradizionale con costruzione canalizzazione

Le canalizzazioni sotterranee hanno lo scopo di consentire l'alloggiamento dei cavi all'interno di tubi, consentendo ripetute pose di cavi in tempi successivi senza effettuare ulteriori scavi.

Dopo aver completato lo scavo sull'intera lunghezza interessata, si dovrà procedere alla costruzione della canalizzazione preparando un sottofondo sul quale adagiare secondo la formazione prevista i tubi PEAD PN10

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

di diametro 200 mm che di norma sono forniti in barre.

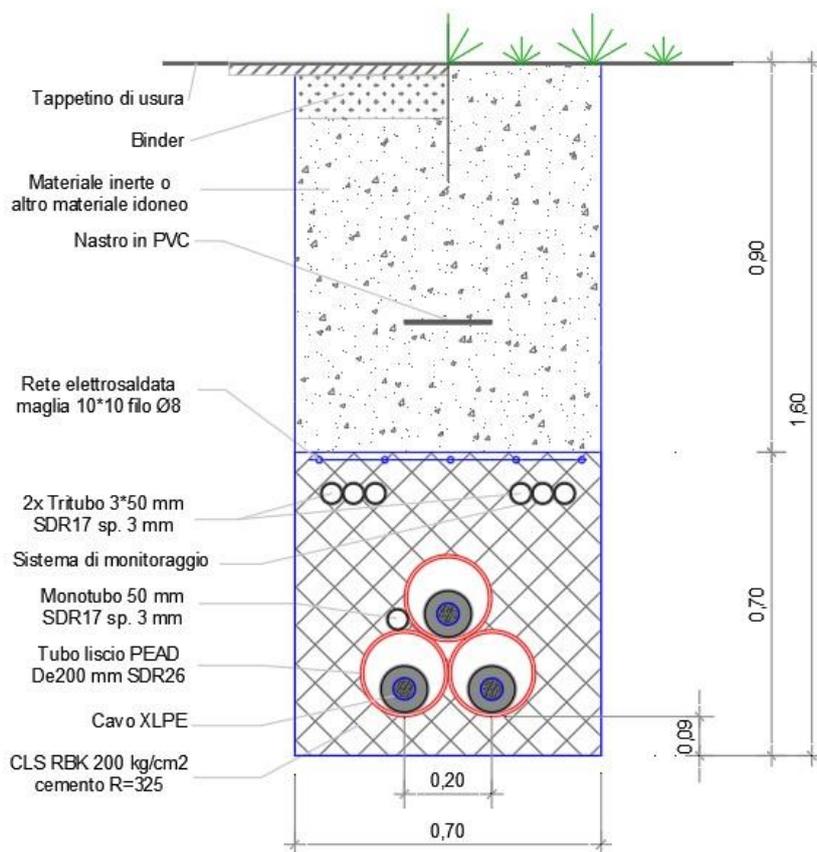
Le giunzioni dei tubi saranno eseguite con cura, controllando l'allineamento delle barre, evitando l'ovalizzazione delle sezioni e salvaguardando la tenuta idraulica.

Ciascun tubo andrà testato dopo la posa tramite un opportuno mandrino/calibro.

Intorno al fascio di tubi posati verrà realizzato un bauletto in calcestruzzo magro, delle dimensioni indicate in disegno, dopodiché il bauletto viene coperto con materiale inerte tecnicamente idoneo, compattato a strati di cm 15-20 con mezzi meccanici, per limitare il cedimento.

E' importante che la distanza tra i tubi venga mantenuta costante per consentire al calcestruzzo magro di riempimento gli interstizi, garantendo resistenza meccanica, regolarità geometrica e resistenza agli agenti esterni.

CAVI AT POSATI IN TUBAZIONE



12. Posa cavi energia all'interno della tubiera

Per effettuare la posa dei cavi AT all'interno delle tubiere predisposte, come prima cosa, viene inserita nella

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

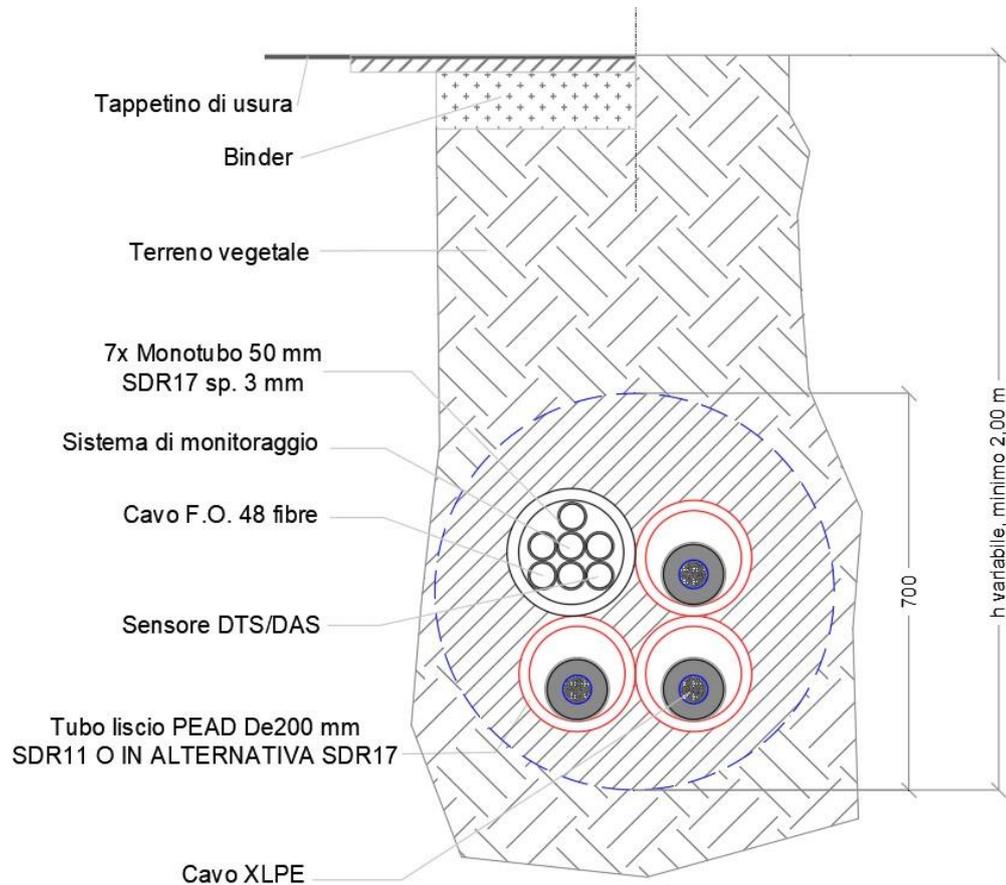
Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

stessa una fune di acciaio di tiro. L'operazione avviene immettendo prima all'interno della tubazione un cordino di nylon per mezzo di un apposito utensile, che consente l'iniezione di aria compressa e simultaneamente del cordino; poi si provvederà alla posa come previsto nel paragrafo 8.

POSA IN T.O.C. (TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE GUIDATA)



13. Modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti

Nel caso in cui non è stato possibile progettare e/o prevedere l'esecuzione di scavi o la realizzazione di posa in tubazioni per l'interramento del cavo, è stata prevista l'utilizzo del sistema di attraversamento teleguidato, descritto nel seguente paragrafo e riportato negli elaborati grafici in particolare nei progetti TOC. Nello specifico del documento sono descritti gli elementi progettuali necessari per la realizzazione di posa in tubazioni utilizzando il sistema di attraversamento teleguidato. La tecnologia con perforazione teleguidata, meglio conosciuta come "NO-DIG" Technology, permette la posa di infrastrutture sotterranee in aree industriali con presenza di sottoservizi, di accentuate profondità di posa e di scarsa stabilità del sottosuolo.

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

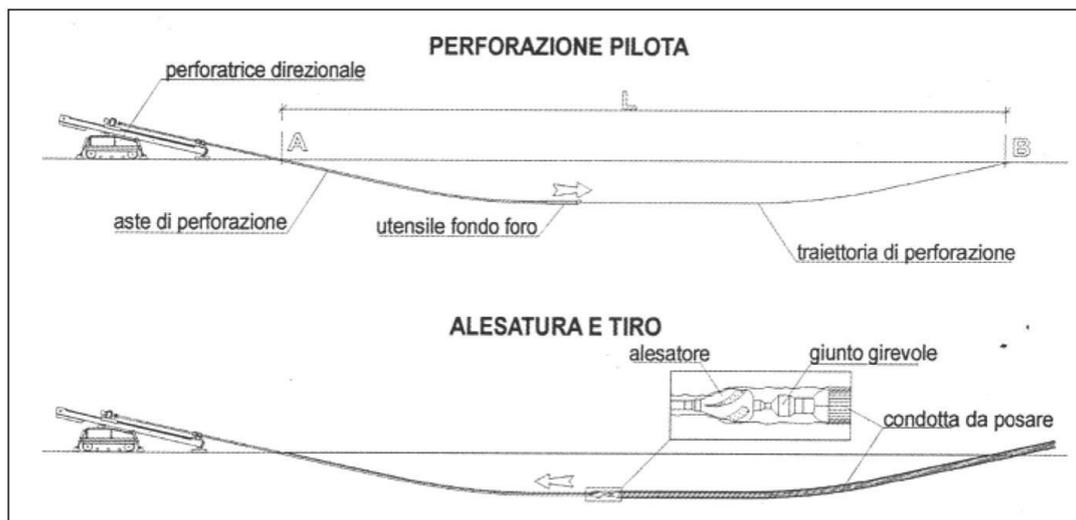
Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

Mediante l'utilizzo di questa tecnologia, è possibile la posa di tubazioni sotterranee, siano esse in polietilene o in acciaio, per gli attraversamenti di strade autostrade, fiumi, piste di decollo di aeroporti, ferrovie, e dei centri urbani, evitando così i notevoli disagi causati da uno scavo a cielo aperto. La perforazione mediante questo tipo di tecnologia si esplica in successione con le seguenti fasi:

- Esecuzione del foro pilota;
- Alesatura
- Posa della tubazione



14. Schema delle fasi della tecnica di perforazione direzionata

14.1. Esecuzione del foro pilota

Dopo aver provveduto al corretto posizionamento ed allineamento della macchina perforatrice, al suo ancoraggio al suolo, in modo da evitare eventuali spostamenti della slitta e dopo aver un idoneo angolo di partenza per la slitta, viene avvitata su di un'asta la testa di perforazione per l'esecuzione del foro pilota. All'interno della testa, la quale ha un profilo asimmetrico a scalpello, viene posta una sonda di emissione che trasmette, mediante onde magnetiche, dei segnali direttamente in superficie. Nella parte terminale della testa di perforazione, viene installata una lancia a getti che essenzialmente consiste di un'asta che presenta una deviazione angolare longitudinale sulla quale sono ricavati dei fori (ugelli) per l'iniezione dei fluidi (getto di fanghi bentonitici) che passando attraverso le aste, vengono pompati ad

alta pressione nel sottosuolo consentendo, oltre che di “tagliare” il terreno (jetting), di stabilizzare le pareti del foro mantenendolo aperto, riducendo di conseguenza pericolosi attriti. Attraverso degli ugelli disposti sulla trivella si può effettuare sia un’azione secondaria di taglio del terreno sia un’azione di smarino del materiale residuo scavato (cuttings), facendoli rifluire a ritroso dalla testa di trivellazione alla buca di partenza.

14.2. Esecuzione dell’alesatura e posa della condotta

Una volta terminato il foro pilota, viene tolta la testa di perforazione del tubo guida ed al suo posto viene montato un alesatore (allargatore) che ha il compito di allargare il foro e di stabilizzarlo grazie anche all’utilizzo dei fanghi bentonitici. Questa operazione viene svolta in senso opposto al foro pilota: infatti l’alesatore viene trascinato sempre in perforazione (rotazione + tiro) dalla buca di arrivo fino alla buca di perforazione. Posteriormente all’alesatore (costituito con la fresa il “treno di alesaggio”), mediante un “pezzo speciale” costituito da un giunto e da una testa di tiro, viene collegata la condotta costituita di tubi in PE ad alta densità, procedendo quindi al suo tiro. Rispetto al cavidotto, l’alesatore deve avere un diametro maggiore di circa 20/30 %. Anche durante la posa è prassi utilizzare fanghi bentonitici i quali oltre a stabilizzare le pareti del foro, lubrificano la tubazione e ne facilitano la posa riducendone gli attriti tra tubo e terreno circostante.

14.3. Controllo direzionale

Il sistema è costituito da una sonda, sistemata all’interno dell’asta di perforazione immediatamente dietro l’ugello o turbina di trivellazione. I sensori installati nella sonda trasmettono le informazioni provenienti dal fronte di trivellazione alla cabina di comando, dove sono sviluppate ed utilizzate per il controllo della direzione. La sonda, sensibile all’orientamento rispetto al campo magnetico terrestre, fornisce l’inclinazione e l’azimut della testa di perforazione. Tali valori, unitamente alla distanza perforata vengono captati e tradotti in dati necessari per la corretta esecuzione della perforazione, e consentono di calcolare le coordinate orizzontali e verticali lungo il foro pilota. L’impiego di sistemi di trasmissione continui, permettono un rilievo istantaneo della

 T E R N A G R O U P	Progetto Esecutivo Relazione tecnica illustrativa	  <small>Accordo contrattuale 03/10/01/2013 SCANGEA CONTRACTING SRL VIA TRIESTE, 64 - 50065 PONTASSIEVE (FI) e-mail info@scangeasrl.it</small>
Codifica Elaborato Terna: RVCX11002C2249468	Rev.01	Codifica Elaborato <Fornitore>: C01595R002

posizione della sonda (profondità della testa, direzione, angolo di inclinazione della testa, ecc.) e quindi di effettuare le correzioni necessarie.

14.4. Attrezzature di perforazione

L'attrezzatura di perforazione per l'esecuzione di una Trivellazione Orizzontale Teleguidata (o Controllata) è costituita da:

- Una macchina di perforazione con telaio inclinabile lungo la quale scorre un carrello con motore idraulico che provvede alla traslazione e alla rotazione delle aste di trivellazione;
- Una unità di produzione di energia che consente il regolare funzionamento della perforatrice ed al pompaggio dei fanghi di trivellazione;
- Un generatore di corrente;
- Un miscelatore per la bentonite;
- Un porta aste per il trasporto delle aste di trivellazione utilizzate per l'alesaggio e il tiro;
- Un porta aste per il trasporto delle aste utilizzate per la trivellazione del foro pilota;
- Un mezzo di sollevamento per la movimentazione delle aste di perforazione;
- Uno strumento ricevitore per l'individuazione della punta.

A. **Perforazione pilota (pilot bore):** in questa fase seguendo una traiettoria prestabilita si realizza una perforazione in genere di piccolo diametro compreso fra 100 e 200 mm

B. **Alesatura (backreaming):** terminata la perforazione pilota si disconnettono gli utensili di perforazione e si monta un allargatore di foro (detto back reamer o alesatore) che viene tirato nel foro pilota (la fase di alesatura può avvenire anche in più passaggi)

C. **Tiro (pull back):** terminata la fase di alesatura si procede al tiro della tubazione da installare entro il foro così allargato. Se la tubazione è di diametro modesto ed il terreno favorevole, la fase di tiro e alesatura possono anche essere effettuate in un unico passaggio

14.5. Contesto geologico e geotecnico

Codifica Elaborato Terna:

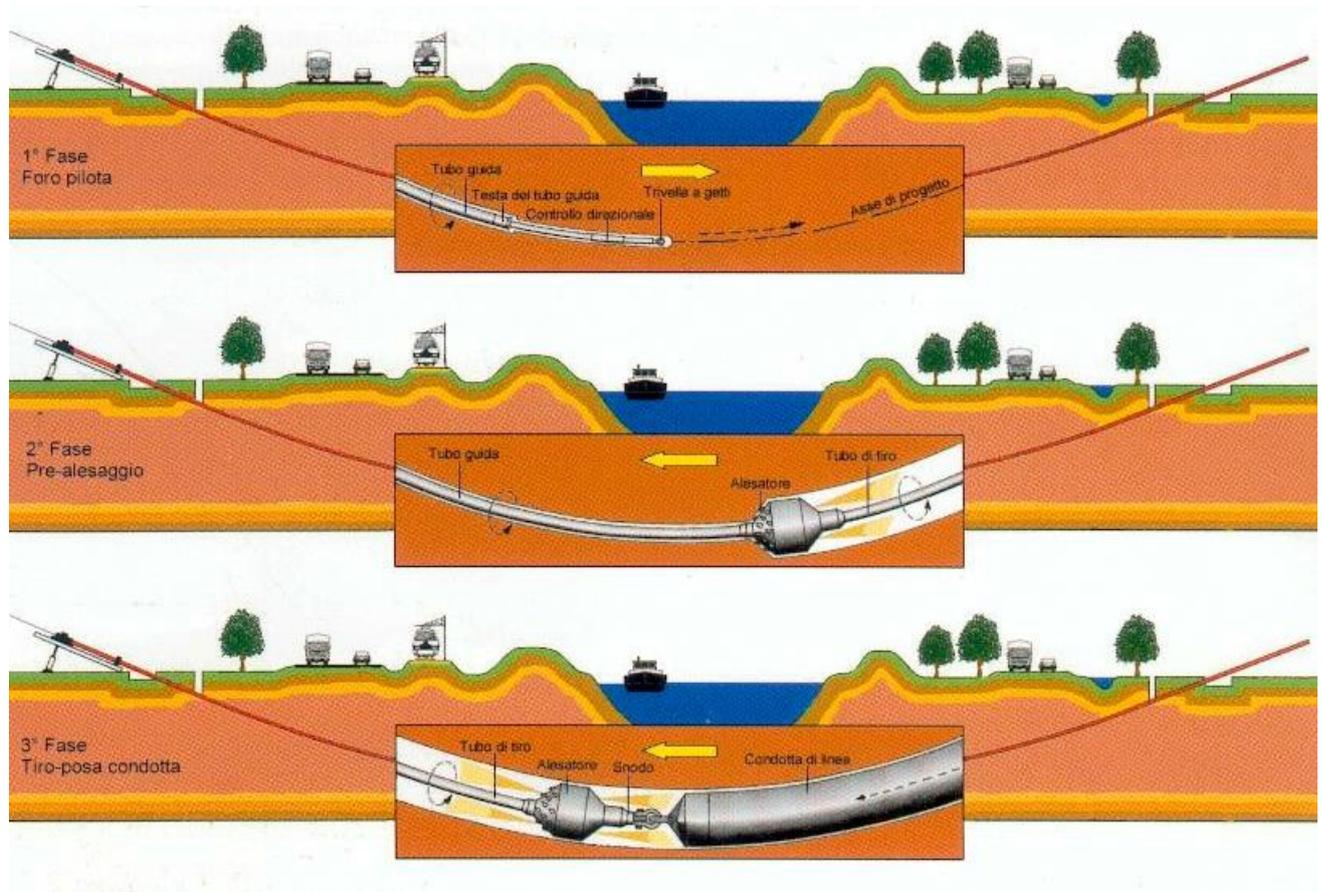
RVCX11002C2249468

Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

Per quanto concerne il contesto geologico, geotecnico e idrogeologico locale relativo alla perforazione, in particolar modo alle operazioni del foro pilota, della alesatura e della condotta, si rimanda agli elaborati specifici



15. Camera Giunti

Lungo il tracciato di posa verranno realizzate, all'interno di opportune buche giunti, delle camere di giunzione atte a contenere i giunti unipolari tra le pezzature dei cavi stessi ad una adeguata distanza l'uno dall'altro.

Pur costituendo dei punti di discontinuità nello sviluppo dello scavo, sono realizzate in modo da alloggiare in modo opportuno sia i cavi che le muffole di giunzione, compresi tutti gli accessori necessari alla loro protezione (muretti di separazione e lastre di copertura).

La posizione delle buche giunti tiene conto della lunghezza delle pezzature dei cavi.

La buca giunti sarà realizzata in posizione tale da non arrecare difficoltà di viabilità sia pedonale che veicolare, considerando che sono punti strategici della trincea e destinati a rimanere aperti più a lungo rispetto alla trincea

Codifica Elaborato Terna:

RVCX11002C2249468

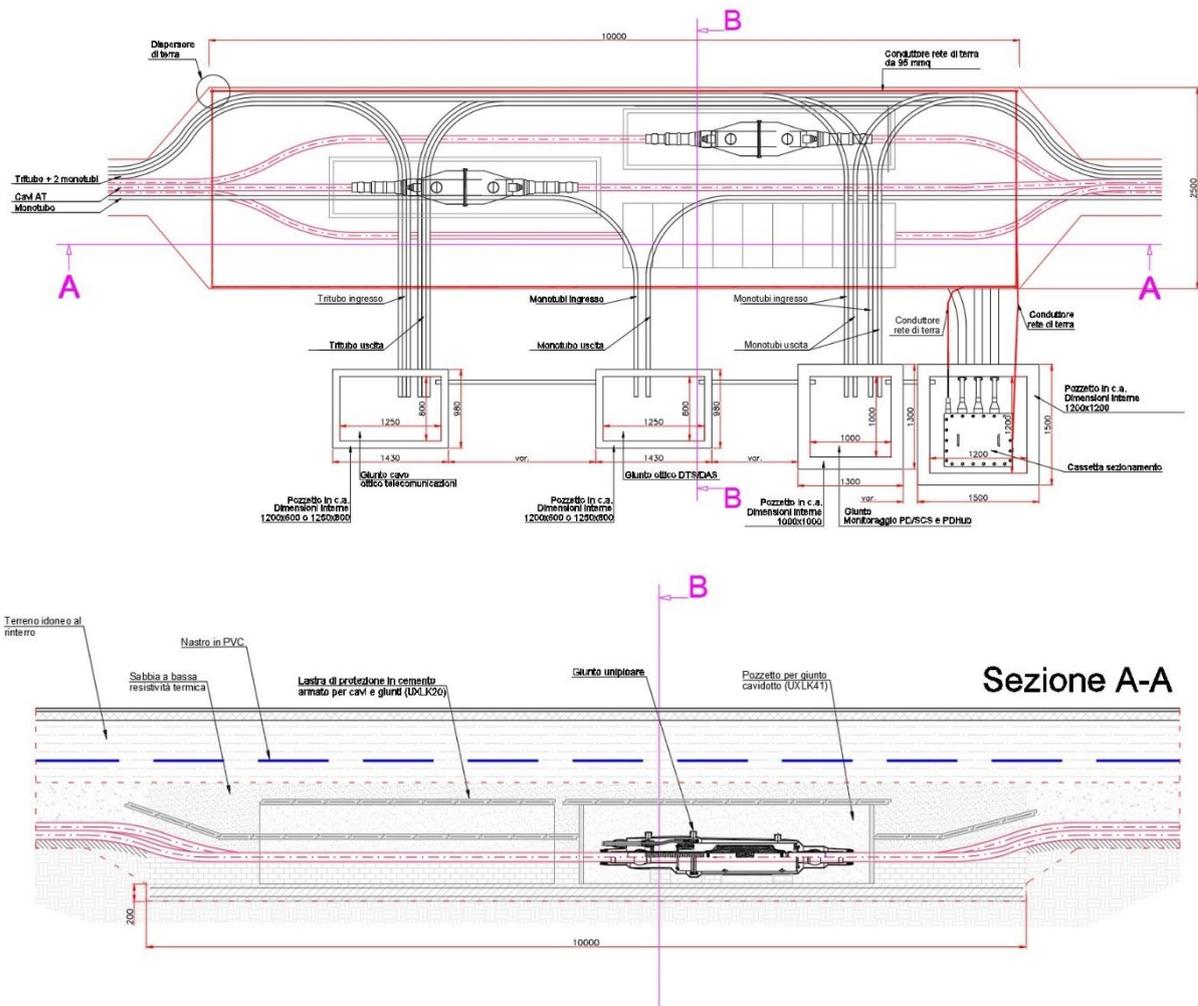
Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:

C01595R002

di posa. Il fondo di tale camera viene realizzato con una gettata di calcestruzzo per uno spessore di 10cm circa opportunamente armato e tirato in piano e vengono costruiti opportuni blocchi di calcestruzzo per il sostegno dei cavi e delle muffole. Di seguito, come riportato nella tavola “tipici di posa” codifica DVCX11002C2250897le due buche che saranno realizzate a secondo dello spazio rilevato. Infatti, dove lo spazio in larghezza non è risultato dai rilievi e dalle indagini sufficiente per poter realizzare la buca giunti generica, è stata prevista una buca giunti allungata la quale prevede una dimensione minore in larghezza in quanto i giunti verranno posato in linea e non affiancati.

TIPICO CAMERA GIUNTI AFFIANCATI

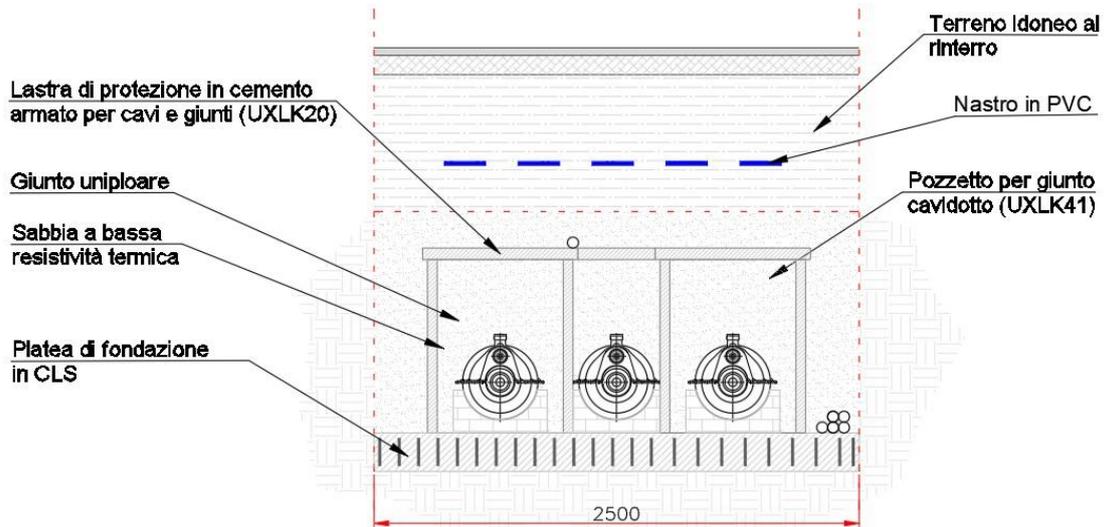


Codifica Elaborato Terna:
RVCX11002C2249468

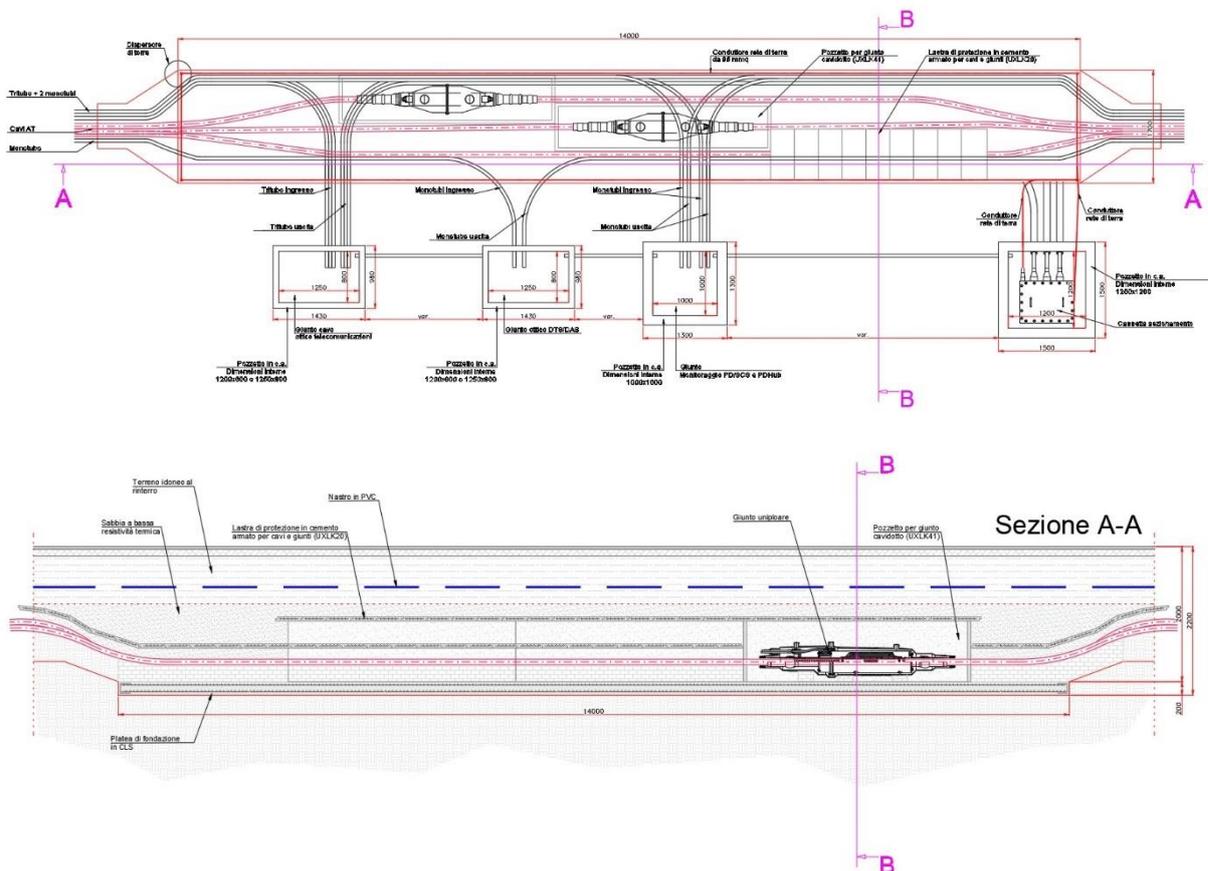
Rev.01

Codifica Elaborato <Fornitore>:
C01595R002

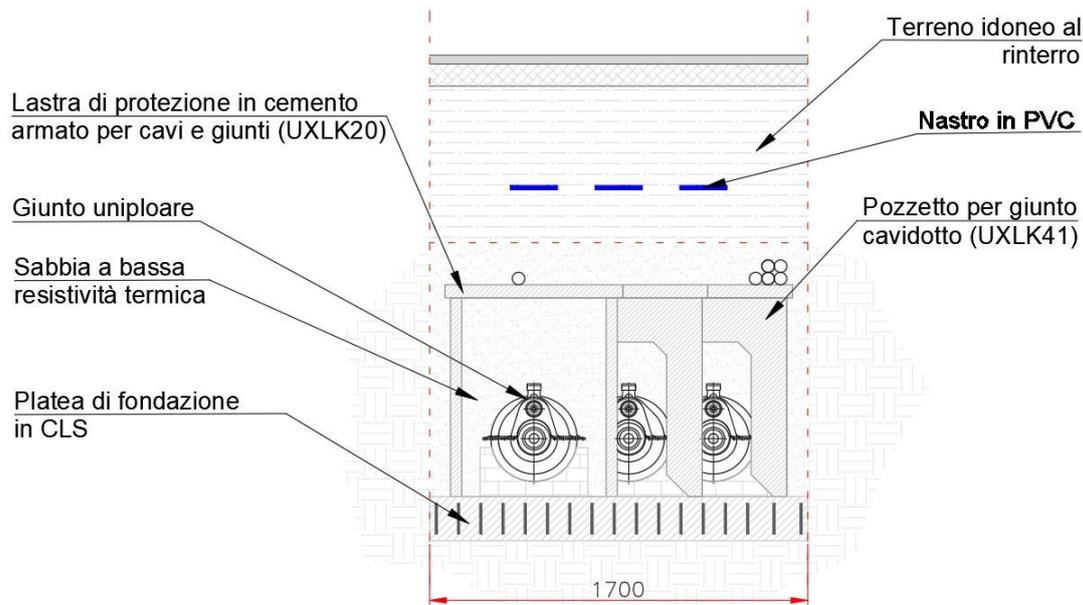
Sezione B-B



TIPICO CAMERA GIUNTI ALLINEATI



Sezione B-B



16. Ripristini

All'attività di posa dei cavi e del relativo rinterro seguirà il ripristino della parte superficiale della trincea scavata. Ogni ripristino della superficie dovrà essere realizzato a regola d'arte con materiali e modalità prescritte fino a riportare la stessa alle proprie condizioni originarie.

Allo stesso modo anche la segnaletica orizzontale e verticale verrà riposizionata come in origine.

Nel caso specifico dell'impianto in oggetto, i ripristini dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni date dal Comune di Trento (settore Viabilità) a seguito delle autorizzazioni di II livello le quali saranno richieste a seguito della verifica della presente autorizzazione.

17. Campi elettromagnetici

Per quanto concerne le prescrizioni da attuare relativamente ai campi elettromagnetici si farà riferimento a quanto indicato all'interno del Progetto Elettrico.

18. Normativa di riferimento

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

18.1. Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale";
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del PCM n.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	Progetto Esecutivo Relazione tecnica illustrativa	  <small> Registro Imprese 015/0012018 SCANGEA CONTRACTING SRL VIA TRIESTE, 64 - 50065 PONTASSIEVE (FI) e-mail info@scangeasrl.it </small>
Codifica Elaborato Terna: RVCX11002C2249468	Rev.01	Codifica Elaborato <Fornitore>: C01595R002

3274 del 20/03/2003”;

- Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333“Disposizioni urgenti di protezione civile”;
- Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- NTC2018 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17Gennaio 2018.

18.2. Norme tecniche

18.3. Norme CEI

- CEI 11-17, "Esecuzione delle linee elettriche in cavo", quinta edizione, maggio 1989
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)

19. Sicurezza nei cantieri

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs.81/08 come modificato dal D.Lgs.106. Pertanto, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. ha provveduto a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell’opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch’esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.