



Trentino
Digitale SpA



Trentino Digitale SpA - Via G. Gilli n. 2 - 38121 TRENTO
P.IVA 00990320228 - Società soggetta a direzione e coordinamento da parte della Provincia autonoma di Trento
C.F. e P.IVA 00337460224 - Capitale Sociale sottoscritto € 6.433.680,00 i.v.
Tel. 0461/800111 - Email: tndigit@tndigit.it - PEC: tndigit@pec.tndigit.it

INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA, STRAORDINARIA, PICCOLE ESTENSIONI INFRASTRUTTURA DI RETE PROVINCIALE PER LA BANDA LARGA

TITOLO TAVOLA:

N° TAVOLA:

NORME TECNICHE

NT

REV: 1

DATA REDAZIONE:

SCALA:

Febbraio 2022

COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE:

SUPPORTO AL COORDINAMENTO:

Ing. Marco FELLI

Geom. Andrea DEGASPERI

Ing. Riccardo BATTISTOTTI

Ing. Andrea PEDROLLI

RESP. DEL PROCEDIMENTO:

P. I. Andrea PISETTA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA
IN PROGETTAZIONE:

Geom. Vittorio SAVOIA

1. NORME TECNICHE SCAVI, POZZETTI, PASSERELLE, RIPRISTINI

Indice

1. PREMESSA	7
2. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	7
3. LIBERTÀ E SICUREZZA NEL TRANSITO	7
4. SVILUPPO DEI LAVORI	7
5. TRACCIAMENTI	7
6. CONSIDERAZIONI GENERALI	8
6.1. CONDUZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI	8
6.2. SICUREZZA DEL LAVORO	8
6.3. SEGNALAZIONI STRADALI	8
6.4. IMPATTO AMBIENTALE	8
7. INFRASTRUTTURE E MATERIALI	8
7.1. TIPI DI INFRASTRUTTURE	8
7.2. MATERIALI PRINCIPALI	9
7.2.1. Tritubo	9
7.2.2. Monotubo	10
7.2.3. Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo e chiusini in ghisa	11
7.2.4. Chiusini in Ghisa	15
7.2.5. Canalette in vetroresina (VTR)	16
7.2.6. Canalette in acciaio zincate	17
7.3. MATERIALI ACCESSORI	19
7.3.1. Tubazioni in PEAD a Superficie Esterna Corrugata	19
7.3.2. Tubo Spaccato	20
7.3.3. Tubo Flessibile	20
7.3.4. Tubi in Acciaio Zincato	20
7.3.5. Bobine "marker"	20
7.3.6. Cordino di nylon	21
7.3.7. Sistema di Giunzione per Monotubo in PEAD $\Phi=50$ mm	21
7.3.8. Sistema di Giunzione per Tritubo in PEAD $\Phi=50$ mm	22
7.3.9. Sistema di Giunzione per Tubo Corrugato	23
7.3.10. Targhetta di identificazione	23
7.3.11. Morsetti per il fissaggio del cavo a muro	24
7.3.12. Tappo ad Espansione	24
7.3.13. Tappo Spaccato	25
7.3.14. Raccordo filettato con dado di serraggio	26
7.3.15. Lubrificante	26
7.3.16. Staffe per il sostegno delle canalette	26
7.3.17. Nastro Segnalatore	26
8. COSTRUZIONE DELL'INFRASTRUTTURA	27
8.1. REALIZZAZIONE CON SCAVO IN MINI TRINCEA	27
8.2. REALIZZAZIONE CON SCAVO TRADIZIONALE	28
8.2.1. Pavimentazione non asfaltata/Terreno vegetale	31
8.2.2. Pavimentazione asfaltata	32
8.3. ATTRAVERSAMENTI DI INCROCI STRADALI	33
8.4. SUPERAMENTO DI PONTI E VIADOTTI	34
8.4.1. Strutture Predisposte	34
8.4.2. Posa in Trincea	35
8.4.3. Posa su Nuove Strutture	36

8.4.4.	Dispositivi per i giunti di dilatazione di ponti e viadotti	38
8.4.5.	Bloccaggio dei tubi all'interno delle canalette	39
8.5.	POSA ENTRO CANALETTA IN VETRORESINA	40
8.6.	POSA ENTRO CANALETTA IN ACCIAIO ZINCATO	41
8.7.	POSA DI TUBO METALLICO A VISTA	41
8.8.	POSA SU PASSERELLA IN ACCIAIO ZINCATO.....	42
8.9.	POSA IN CANALIZZAZIONI ESISTENTI.....	42
8.10.	UTILIZZO DI CUNICOLI E GALLERIE	42
8.11.	POSA DEL MONOTUBO IN TRINCEA.....	43
8.12.	GIUNZIONE DEL TRITUBO/MONOTUBO	44
8.13.	ATTRAVERSAMENTI STRADALI.....	44
8.14.	POSA DEL NASTRO DI SEGNALAZIONE.....	45
8.15.	POSA DEI POZZETTI	45
8.15.1.	Posa Affiorante in Terreno Vegetale	46
8.15.2.	Posa Affiorante in Presenza di Pavimentazione Bituminosa	47
8.16.	POSA DELLE BOBINE RIVELATRICI	47
8.17.	POSA DEL CORDINO PILOTA E CHIUSURA DEI FORI DEL TRITUBO.....	48
9.	Norme Generali su DISFACIMENTI, SCAVI e Rispristini.....	48
9.1.1.	Disfacimento delle pavimentazioni	48
9.1.2.	Scavi.....	49
9.1.3.	Mezzi per l'esecuzione degli scavi	50
9.1.4.	Scavi con mezzi speciali	50
9.1.5.	Rinterri e ripristini	52
10.	CONGLOMERATI BITUMINOSI	53
11.	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	53

Indice delle Tabelle

Tabella 1: Caratteristiche dimensionali e tolleranze tritubo.....	10
Tabella 2: Caratteristiche dimensionali e tolleranze tritubo.....	11
Tabella 3: Dimensioni e pesi delle canalette in acciaio zincato.....	18
Tabella 4: Valori minimi del modulo di compressione Me e densità relativa da raggiungere negli interventi di ripristino.	30
Tabella 5: Spessore massimo dello strato dopo compattazione relativo a lavori di ripristino della fondazione stradale per la posa di sottoservizi.....	31

Indice delle Figure

Figura 1: Maxi Pozzetto.	13
Figura 2: Pozzetto 125x80.	14
Figura 3: Pozzetto 90x70.	14
Figura 4: Caratteristiche delle canalette.....	17
Figura 5: Schema rinterro e compattazione strati materiale riempimento scavi.....	29
Figura 6: Esempio di posa del tritubo in canaletta di ferro in cunicolo predisposto.....	35
Figura 7: Esempio di posa del tritubo in canaletta in cunicolo predisposto.....	35
Figura 8: Esempio di posa su ponti e/o viadotti.	37
Figura 9: Esempio di raccordo tra zancatura e trincea	37
Figura 10: Esempi di attraversamento di ponte con tubo in ferro.....	38
Figura 11: Dispositivo a cannocchiale per giunti di dilatazione su ponti e viadotti.	39
Figura 12: Esempio di bloccaggio con dispositivo modulare.....	40
Figura 13: Esempi di inserimento di monotubi nei pozzetti.	46

1. PREMESSA

Le norme tecniche di seguito riportate sono relative alle principali lavorazioni previste nella posa in opera di cavidotti per telecomunicazioni. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione di tutti i lavori e le opere accessorie connessi con l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto e non specificatamente descritti negli articoli, si rimanda al Capitolato speciale d'appalto – Norme tecniche, in uso presso il Servizio Opere Stradali della Provincia Autonoma di Trento.

2. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nella maniera che crederà più conveniente per darli compiuti entro i termini contrattuali.

L'Amministrazione si riserva peraltro il diritto di variare l'ordine di esecuzione di determinati lavori, di stabilire l'esecuzione di un certo lavoro entro un congruo termine perentorio e di disporre comunque l'esecuzione delle opere nei modi e tempi che riterrà più conveniente, specialmente in relazione a particolari esigenze dipendenti da lavori e/o forniture esclusi dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi, o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

3. LIBERTÀ E SICUREZZA NEL TRANSITO

Viene fatto stretto obbligo all'Impresa di mantenere, in ogni tempo ed in qualunque punto, libero il transito sulla strada lungo cui è prevista l'esecuzione dei lavori e di prendere tutti i provvedimenti atti a garantire la sicurezza del transito medesimo; per tali oneri non verrà corrisposta all'Impresa alcuna indennità speciale essendo questa già compresa nei prezzi unitari offerti.

In particolare l'Impresa è tenuta:

- 1) a conservare le vie e i passaggi intersecati durante l'esecuzione degli scavi, provvedendo all'uopo, a sue spese, con opere provvisorie, ed a mantenere il transito per una larghezza utile di carreggiata di metri 3,00, restando a carico dell'Appaltatore ogni responsabilità per danni che avessero a derivare alle persone e alle cose;
- 2) alle segnalazioni diurne e notturne mediante appositi cartelli e fanali nei tratti stradali interessati dai lavori, ove abbia a svolgersi il traffico.

Per patto contrattuale, la stazione appaltante è esonerata da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo inteso che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente dall'assuntore dei lavori.

E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. (Codice della Strada), e relativo regolamento di attuazione.

Eventuali chiusure temporanee delle strade, dovute a necessità oggettive per l'esecuzione dei lavori stessi, dovranno in ogni modo essere preventivamente concordate e autorizzate dal Direttore dei Lavori e dall'Amministrazione appaltante.

4. SVILUPPO DEI LAVORI

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di fissare all'Impresa i punti ove debbono essere a preferenza incominciati i lavori e/o concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto dal pubblico vantaggio.

5. TRACCIAMENTI

Prima di porre mano alle opere di scavo, l'Impresa è obbligata ad eseguire il tracciamento completo del lavoro ed all'individuazione, a seguito di richiesta agli Enti gestori

ed alla eventuale indagine preliminare mediante georadar, di tutti i sottoservizi interferenti con gli scavi in progetto. Gli oneri relativi ai tracciamenti ed all'individuazione dei sottoservizi si intendono compresi e compensati nei prezzi d'appalto.

6. CONSIDERAZIONI GENERALI

Nel presente paragrafo sono richiamati i principali criteri da adottare nella fase esecutiva degli impianti e delle opere. Il raggiungimento degli standard di qualità richiesti deriva, oltre che dall'esecuzione a regola d'arte delle singole lavorazioni, anche dal rispetto dei vincoli ad esse strettamente correlati quali:

- la possibilità di accedere in condizioni di sicurezza per gli operatori che utilizzeranno l'infrastruttura di rete;
- la predisposizione degli elementi di protezione prescritti per la conservazione dell'opera;
- l'armonioso inserimento nell'ambiente;
- l'agevole accesso a tutti i componenti.

6.1. CONDUZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI

Le opere devono essere realizzate nella piena osservanza delle Norme e delle disposizioni tecniche emanate dall'Ente appaltante.

L'apertura del cantiere è sempre subordinata al rilascio di autorizzazioni scritte da parte degli Enti preposti. Copie autenticate o conformi di tali autorizzazioni devono sempre essere disponibili presso il cantiere.

6.2. SICUREZZA DEL LAVORO

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere attuate tutte le prescrizioni previste dalle Leggi e dai Regolamenti vigenti in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro ed adottata anche ogni altra misura cautelativa che, caso per caso, si dovesse rivelare opportuna al fine di evitare infortuni in conseguenza dei lavori stessi.

La presente Norma non tratta specificatamente delle suddette prescrizioni; per esse si rimanda a quanto stabilito dagli Enti e Servizi preposti alla sicurezza sul lavoro.

6.3. SEGNALAZIONI STRADALI

Prima di iniziare i lavori nelle sedi e nelle pertinenze stradali (scavi, apertura di chiusini, ecc.) dovranno essere predisposte le segnalazioni prescritte dalle Norme e Regolamenti in vigore e si dovranno adottare tutte le precauzioni e gli accorgimenti atti ad evitare danni a persone e cose. I lavori dovranno essere condotti in modo da ridurre al minimo l'intralcio alla circolazione; l'Impresa dovrà inoltre attenersi alle norme relative all'impiego della segnaletica durante i lavori su strada dell'ente proprietario ed alle disposizioni di legge in materia.

6.4. IMPATTO AMBIENTALE

In occasione di scavi, realizzazione infrastrutture e posa di cavi, occorre attenersi a quanto disposto dalla vigente normativa nazionale e locale circa il puntuale rispetto dei vincoli di natura idrogeologica, ambientale, paesaggistica, architettonica-monumentale, ecologica, ecc.

7. INFRASTRUTTURE E MATERIALI

7.1. TIPI DI INFRASTRUTTURE

La predisposizione delle infrastrutture per la posa dei cavi in Fibra Ottica (FO), è subordinata alle diverse esigenze impiantistiche, di seguito elencate:

a) Cavi in trincea

Per la protezione dei cavi in trincea si impiegano normalmente tritubi e/o monotubi PEAD da 50 mm di diametro esterno. Ciascun tubo è destinato ad ospitare un solo cavo, fatta eccezione per la Rete di distribuzione: in questo caso è necessario armare il tubo con sottotubi di adeguato diametro (es.: $\Phi 18$ mm). Si deve tuttavia tener presente che un tubo della struttura deve in ogni caso rimanere libero per esigenze manutentive.

Qualora si renda necessario predisporre un tubo per la successiva posa di tritubo e/o terna di monotubi esso dovrà essere di diametro non inferiore a 200 mm.

b) Cavi su ponti, viadotti, gallerie stradali, cunicoli praticabili

Viene adottata di norma la stessa infrastruttura dei cavi in trincea; il tritubo/monotubo deve a sua volta essere protetto/sostenuto da apposite canalette, normalmente in acciaio zincato.

c) Cavi in canalizzazioni esistenti

Per la protezione del cavo si impiegano i monotubi che vengono inseriti nel tubo esistente nel numero consentito dal diametro del tubo "camicia".

7.2. MATERIALI PRINCIPALI

7.2.1. Tritubo

Il tritubo ha due scopi principali:

- garantire la protezione meccanica dei cavi;
- garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili.

E' un profilato estruso in polietilene ad alta densità (PEAD) opportunamente stabilizzato per resistere all'invecchiamento mediante nerofumo di adatta granulometria, disperso uniformemente nella massa polimerica. Ciascun tubo dovrà presentare costolature (longitudinali o a spirale) interne per la riduzione dell'attrito in fase di posa del cavo; dovrà inoltre essere caratterizzato da resistenza alla pressione interna determinata in accordo alle norme UNI 10910-EN 12201 e con metodo di prova conforme alla UNI EN 921, Classe PN 12.5, e possedere resistenza alla compressione determinata secondo CEI EN 50086-2-4, ≥ 450 N.

La sua massa termoplastica deve risultare inerte agli agenti atmosferici e resistere ai batteri, alle spore e ai funghi. Deve essere esente da irregolarità o difetti, la sezione deve essere compatta e priva di cavità o bolle. E' costituito da tre tubi a sezione circolare di uguale diametro esterno posti sul medesimo piano orizzontale e uniti tra loro, senza soluzione di continuità, da un setto o guaina. Viene fornito in matasse con le estremità dei singoli tubi chiuse con cappellotti termorestringenti o altro sistema analogo per evitare l'ingresso di corpi estranei.

Almeno una polifora presente nell'installazione dovrà essere corredata da apposita bandella di rame, solidale al monotubo centrale in tutta la sua lunghezza e tale da garantire la rintracciabilità dell'installazione a scavo chiuso. In alternativa, nel caso in cui i cavidotti utilizzati non fossero forniti di bandella in rame solidale, dovrà essere comunque prevista la fornitura e posa in opera – a cura e spese dell'appaltatore – di analogo conduttore continuo in rame, opportunamente collegato mediante fascette metalliche al cavidotto, secondo le modalità preventivamente concordate con la D.L..

In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche del tritubo utilizzato.

Tipo	Φ utile interno (mm)	Spessore tubo (mm)	Φ esterno medio (mm)	Lungh. bobine (m)
TRITUBO Φ 50 mm PN 12,5	39,6÷40,8	4,6÷5,2	50,0÷50,4	350+1/-0

Tipo	Ovalizzazione	Altezza rigatura (mm)	Numero totale rigature
TRITUBO Φ 50 mm PN 12,5	2% (estruso) 5% (srotolato)	0,20÷0,40	33

Tabella 1: Caratteristiche dimensionali e tolleranze tritubo.

Il tritubo sarà fornito su bobine di lunghezza standard, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. La giunzione in opera dei singoli monotubi sarà effettuata tramite manicotti ad innesto rapido in materiale termoplastico, specifici per reti in fibra ottica.

Sul tubo deve essere riportata, ad intervalli regolari e su tutta la lunghezza della pezzatura, una stampigliatura indelebile, indicante:

- la ditta costruttrice;
- l'anno di costruzione;
- la lunghezza metrica;
- il numero progressivo della bobina.

All'interno di ciascun tubo dovrà essere installato il cordino di nylon, necessario per il tiro del cavo. Le caratteristiche del cordino sono descritte in un successivo paragrafo.

I fornitori dei singoli componenti del sistema dovranno esibire:

- Certificazione di conformità alla norma UNI EN ISO 9001-2000 del Sistema di Qualità aziendale del produttore, rilasciato da Ente terzo accreditato;
- Certificato di collaudo e/o dichiarazione di conformità del prodotto fornito ai requisiti tecnici stabiliti dal presente capitolato tecnico;
- Dichiarazione d'origine e scheda di sicurezza del prodotto fornito.

7.2.2. Monotubo

Il monotubo ha due scopi principali:

- garantire la protezione meccanica dei cavi;
- garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili.

E' un estruso in polietilene ad alta densità (PEAD) opportunamente stabilizzato mediante nerofumo di adatta granulometria disperso uniformemente nella massa polimerica. Il tubo dovrà presentare costolature (longitudinali o a spirale) interne per la riduzione dell'attrito in fase di posa del cavo; dovrà inoltre essere caratterizzato da resistenza alla pressione interna determinata in accordo alle norme UNI 10910-EN 12201 e con metodo di prova conforme alla UNI EN 921, Classe PN 12.5, e possedere resistenza alla compressione determinata secondo CEI EN 50086-2-4, ≥ 450 N.

La sua massa termoplastica deve risultare inerte agli agenti atmosferici e resistere ai batteri, alle spore ed ai funghi.

In Tabella 2 sono riportate le caratteristiche del monotubo utilizzato.

Tipo	Φ utile interno (mm)	Spessore tubo (mm)	Φ esterno medio (mm)	Lungh. bobine (m)
MONOTUBO Φ 50 mm PN 12,5	39,6÷40,8	4,6÷5,2	50,0÷50,4	300+1/-0

Tipo	Ovalizzazione	Altezza rigatura (mm)	Numero totale rigature
MONOTUBO Φ 50 mm PN 12,5	2% (estruso) 5% (srotolato)	0,20±0,40	24

Tabella 2: Caratteristiche dimensionali e tolleranze tritubo.

Il monotubo sarà fornito su bobine di lunghezza standard, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. La giunzione in opera sarà effettuata tramite manicotti ad innesto rapido in materiale termoplastico, specifici per reti in fibra ottica.

Sul tubo dovrà essere riportata, ad intervalli regolari e su tutta la lunghezza della pezzatura, una stampigliatura indelebile, indicante:

- la ditta costruttrice;
- l'anno di costruzione;
- la lunghezza metrica.

All'interno di ciascun tubo dovrà essere installato il cordino di nylon, necessario per il tiro del cavo. Le caratteristiche del cordino sono descritte in un successivo paragrafo.

7.2.3. Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo e chiusini in ghisa

I pozzetti hanno lo scopo di:

- realizzare i punti di tiro del cavo;
- ubicare i giunti del/i cavo/i;
- interrompere e terminare i tubi nei cambi di direzione del tracciato;
- consentire le derivazioni per il collegamento dell'utenza.

I pozzetti hanno le pareti predisposte con setti a frattura (o diaframmi) per consentire l'ingresso dei tubi da qualsiasi direttrice.

I chiusini che si utilizzeranno saranno conformi alla norma UNI EN 124, classe D400, e realizzati in ghisa ISO 1083 (ghisa sferoidale).

I chiusini saranno inoltre costituiti da semicoperti di forma triangolare in grado di assumere (in fase di apertura) la posizione di sicurezza tramite bloccaggio automatico e saranno tali per cui lo sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non sarà superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge n. 626 inerente alla movimentazione dei carichi).

È previsto l'utilizzo delle seguenti tipologie di pozzetti:

- **pozzetto rompitratta:** in corrispondenza di tratte particolarmente lunghe occorrerà prevedere la posa di pozzetti che facilitino la successiva posa del cavo ottico (con distanze dell'ordine di 250-500 m in ambito urbano, 500-1000 m in ambito extra-urbano); tali pozzetti avranno dimensioni pari a 90x70 cm;
- **pozzetto per cambio direzione:** in corrispondenza di ogni cambio di direzione, verranno posati dei pozzetti di dimensioni 125x80 cm circa per consentire un

successivo alloggiamento di scorte di cavo ottico (in previsione di future giunzioni e/o spillamenti) e comunque per consentire un'agevole curvatura del cavo stesso;

- **pozzetto di spillamento:** tale pozzetto sarà installato in prossimità del punto di accesso da interconnettere in fibra ottica e avrà pure dimensioni pari a 125x80 cm per consentire l'alloggiamento di una muffola da cui verranno "spillate" le fibre da dedicare alla sede in oggetto. Il pozzetto potrà anche essere del tipo maxi-pozzetto con dimensioni 220x170 cm, in relazione al numero di utenze servite;
- **pozzetto per ingresso alle sedi di utenza:** a ridosso della parete esterna della sede d'utente da interconnettere in fibra ottica potrà essere installato un pozzetto di manovra con dimensioni pari a 50x50 cm.

Indipendentemente dal tipo di installazione:

- i pozzetti saranno costituiti da un elemento di base (eventualmente realizzato mediante getto in opera), da eventuali elementi intermedi di prolunga, da un coperchio portachiusino adeguatamente dimensionato in funzione dei carichi applicati e da un chiusino in ghisa sferoidale, rispondente alla classe D400 della Norma UNI EN 124 (1995), di tipo doppio, dotato di quattro semicoperchi triangolari, per i pozzetti 220x170 cm e 125x80 cm, di tipo singolo, dotato di due semicoperchi triangolari, per il pozzetto 50x50 cm.
- l'elemento di fondo del pozzetto dovrà presentare alla base un setto a frattura per consentire il drenaggio di acque;
- le pareti devono presentare asole in cls non armato da sfondare per permettere l'accesso delle tubazioni;
- le caratteristiche ed i requisiti minimi dei materiali impiegati per la realizzazione del pozzetto sono le seguenti:
 - calcestruzzo Rck non inferiore a 300 kg/cm²;
 - ferro d'armatura tipo FeB44K (UNI 6407-69, UNI EN 60);
- qualunque siano le dimensioni dei pozzetti impiegati, il produttore dovrà avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

7.2.3.1. Maxi Pozzetto – dim. (220x170) cm

Pozzetto in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di cm 220x170 circa, completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi.

Il pozzetto sarà composto da base prefabbricata h. mm 530 circa e prolunghe di rialzo h. 400 - 200 - 100 mm, cui andrà sovrapposta una soletta carrabile con foro di mm 1200x600. Il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguito con 2 cm di malta di allettamento.

La base prefabbricata potrà essere sostituita, in su indicazione della D.L., da una soletta di fondazione in cls armato gettata in opera, su cui verranno posati successivamente gli elementi di prolunga.

Le dimensioni ed i riferimenti sono riportate in Figura 1.

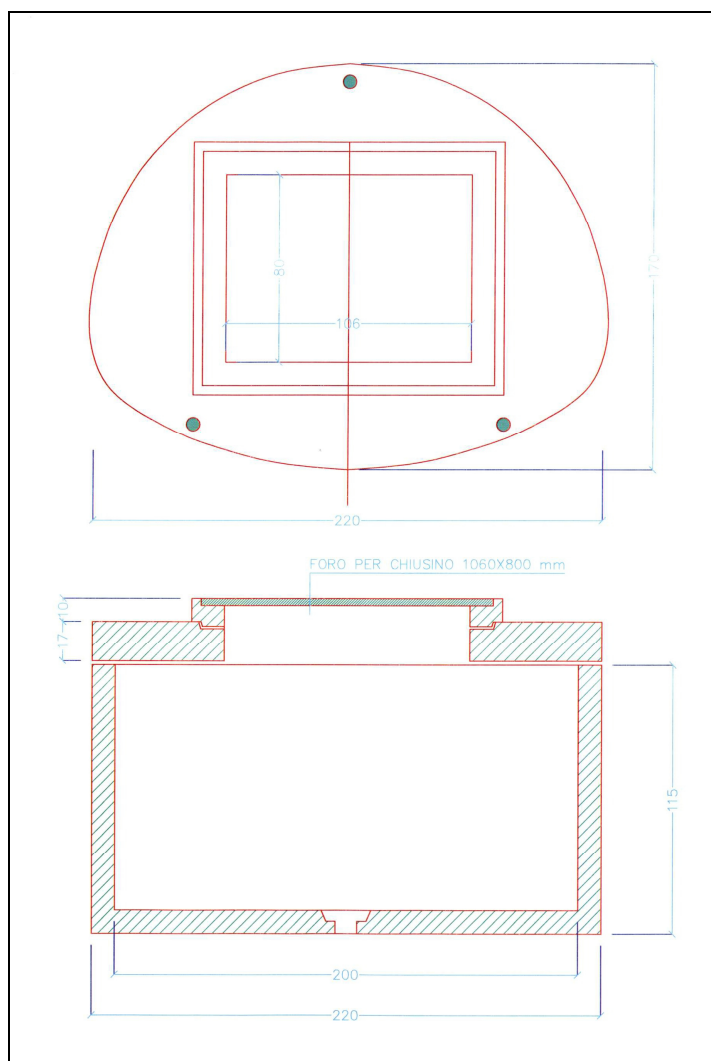


Figura 1: Maxi Pozzetto.

7.2.3.2. Pozzetto – dim. (125x80) cm

In Figura 2 sono riportate le caratteristiche del pozzetto. Pozzetto in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di cm 125x80 circa, completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi.

Il pozzetto sarà composto da base prefabbricata h. mm 530 circa e prolunghe di rialzo h. 400 - 200 - 100 mm, cui andrà sovrapposta una soletta carrabile con foro di mm 1200x600. il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguito con 2 cm. di malta di allettamento.

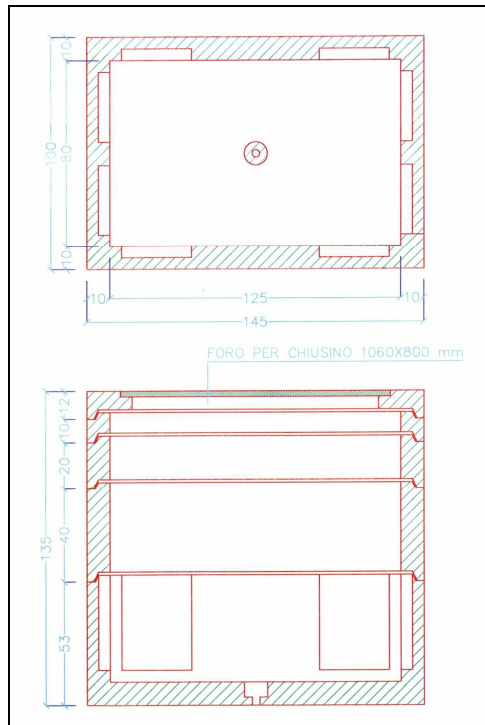


Figura 2: Pozzetto 125x80.

7.2.3.3. Pozzetto – dim. (90 x 70) cm

Pozzetto in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di mm 90x70 completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi. il pozzetto sarà composto da base prefabbricata h.mm 360 e prolunghie di rialzo h. 400 - 200 - 100 mm, cui andrà sovrapposta una soletta carrabile con foro di mm 600x600. Il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguita con 2 cm. di malta di allettamento.

In Figura 3 sono riportate le caratteristiche del pozzetto.

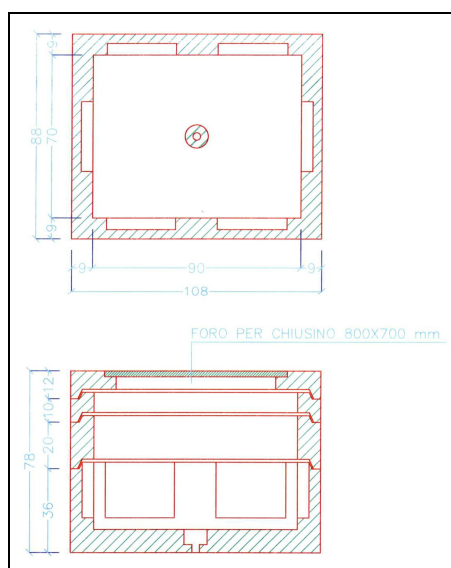


Figura 3: Pozzetto 90x70.

7.2.3.4. Pozzetto – dim. (50x50) cm

Per particolari luoghi di installazione, comunque indicati negli elaborati di progetto, potranno essere utilizzati, pozzetti prefabbricati in cemento vibrato diaframmato di dimensioni interne 50x50x50 cm, con coperchio carrabile in ghisa, senza elementi di prolunga.

7.2.4. Chiusini in Ghisa

I chiusini devono essere costituiti da:

- coperchio e telaio in ghisa sferoidale GS 500-7 a Norma ISO 1083 (1987); materiale con valore di durezza Brinell 200 HBS; conforme alla classe D400 (carico di rottura > 400 kN) della Norma UNI EN 124 (1995) per installazione in carreggiate stradali (comprese le vie pedonali), banchine transitabili ed aree di stazionamento, per tutti i tipi di veicoli stradali;
- n. 4 semicoperchi triangolari per i pozzetti 220x170 cm e 125x80 cm, n. 2 semicoperchi triangolari per il pozzetto 90x70 cm;
- semicoperchi apribili “a portafoglio”, ad appoggio tripode, cioè in grado di garantire l'appoggio al telaio per soli tre punti; incernierati, con apertura minima a 100° e che già nella posizione aperti a 90° (circa) assumano la posizione di sicurezza (bloccaggio di sicurezza automatico);
- primo semicoperchio “maestro”, dotato di serratura di sicurezza, che blocca lo/gli altro/i semicoperchio/i “servente/i” (che non deve/ono presentare fori per la chiave di manovra), munito/i di una placca di bloccaggio con il semicoperchio precedente, che ne consente l'apertura solo in sequenza, dopo lo sbloccaggio del primo semicoperchio;
- serratura di sicurezza chiusa con un tappo di protezione in materiale plastico, realizzato in modo tale da rimanere solidale con il semicoperchio stesso, quando viene estratto dalla propria sede per l'accesso alla serratura;
- articolazione “ghisa su ghisa” realizzata per fusione, con ganci sul semicoperchio e con sede di rotazione su telaio;
- telaio monoblocco a struttura alveolare, di altezza 10 cm e di dimensioni massime di ingombro 1255x855 mm (pozzetto 125x80 cm) e 945x872 mm (pozzetto 90x70 cm), provvisto di idonei anelli, occhielli, o altro, per consentire/facilitare la movimentazione ed il posizionamento del dispositivo completo.

I chiusini dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche:

- la massa areica non deve essere superiore a 375 Kg/m²;
- l'apertura dei semicoperchi deve essere tale da realizzare almeno un lato (il più lungo), per il chiusino doppio e due lati adiacenti, per quello singolo, liberi da ostacoli;
- lo sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non deve essere mai superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge N°626 del 1/3/1995 inerente la movimentazione dei carichi);
- le dimensioni utili della luce devono essere 1060x800 mm per i pozzetti 220x170 cm e 125x80 cm e 800x700 mm per il pozzetto 90x70 cm;
- in posizione aperta a 90°, deve essere possibile rimuovere completamente ogni semicoperchio senza operazioni di smontaggio delle cerniere;

- la superficie superiore del coperchio del chiusino deve avere una conformazione tale da renderla libera da acque di scorrimento e deve possedere un motivo in rilievo composto da granulato antisdrucchiolo e siglatura:
 - il motivo in rilievo non deve essere né inferiore al 30%, né superiore al 50%, della superficie superiore totale del coperchio e del telaio;
- le superfici interne ed esterne del coperchio e del telaio devono essere rivestite con vernice protettiva antiruggine idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante (l'Impresa appaltatrice dovrà presentare una scheda di sicurezza del prodotto impiegato).

Infine, tutte le parti del chiusino devono essere prive di bave e non devono presentare difetti di lavorazione e/o riparazioni.

Sui chiusini devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sul semicoperchio “maestro”:
 - logotipo della Committente;
 - 6 cifre “8” realizzate con 7 segmenti a rilievo;
- su tutti i semicoperchi:
 - nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
 - ultime due cifre dell'anno di costruzione (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il semicoperchio);
 - numero del lotto di fonderia (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il semicoperchio);
 - scritta “EN 124 - D400”;
 - il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).
- sul telaio:
 - nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
 - ultime due cifre dell'anno di costruzione;
 - numero del lotto di fonderia, posto sulla faccia interna sottostante al bordo di appoggio del coperchio;
 - scritta “EN 124 - D400”;
 - il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).

Il chiusino non deve presentare parti sporgenti, pertanto il granulato antisdrucchiolo e la siglatura devono avere lo stesso livello di rilievo.

7.2.5. Canalette in vetroresina (VTR)

Le canalette in vetroresina sono costituite da una base ad U, che rappresenta il vano di contenimento, un coperchio di chiusura ad incastro ed un elemento di unione delle basi, realizzati con fibra di vetro e resina poliestere.

Il prodotto deve presentare tutte le superfici ricche di resina, prive di fibre affioranti, bolle, cavità, screpolature, ammacchi, lesioni e/o quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale.

Le canalette devono rispondere ai seguenti requisiti:

- autoestinguenti;
- ininfiammabili secondo HOOKER HLT 15 – 100 punti;

- resistenti alle alte temperature;
- inerti agli aggressivi chimici;
- dielettriche con alto valore di rigidità;
- elevato modulo di elasticità;
- colorazione resina grigio RAL 7001.

Devono riportare le seguenti indicazioni:

- nome, o sigla del fornitore;
- descrizione del materiale;
- mese ed anno di costruzione.

Il produttore deve avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

In Figura 4 sono mostrate le caratteristiche fisiche delle canalette impiegate.

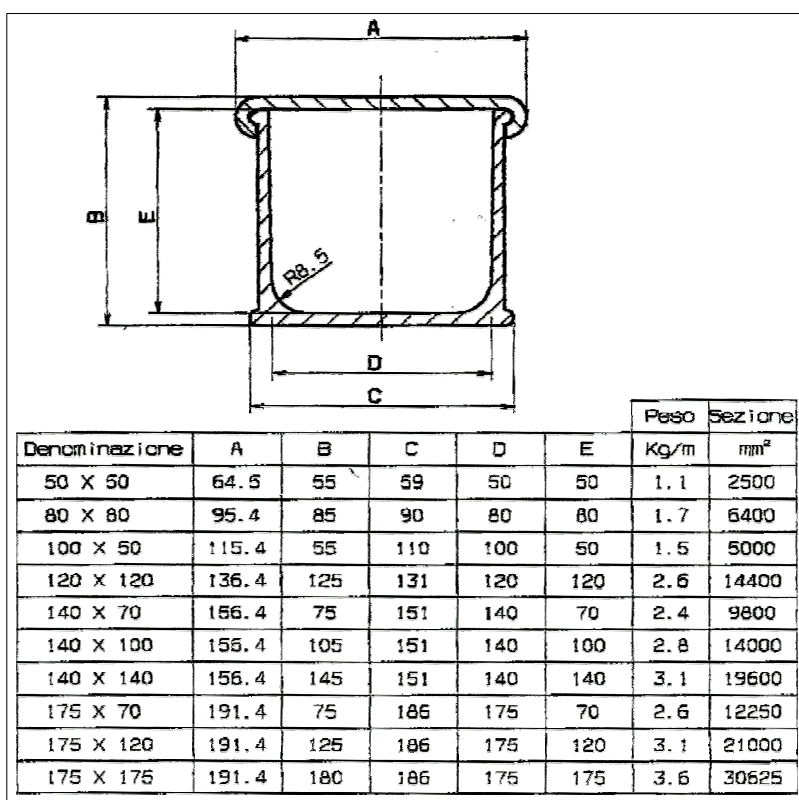


Figura 4: Caratteristiche delle canalette.

7.2.6. Canalette in acciaio zincate

Le canalette in acciaio zincato a caldo sono costituite da un corpo di forma ad U, che rappresenta il vano di contenimento e da un coperchio di chiusura ad incastro, entrambi realizzati in acciaio (Fe 360 B UNI 7070-82 EN 10025) zincato con processo di immersione a caldo, tali da dare all'insieme un'elevata robustezza.

Sia il corpo che il relativo coperchio devono presentare una imbutitura anteriore che permette l'innesto della canaletta successiva.

Le canalette devono rispondere ai seguenti requisiti:

- Il corpo ed il coperchio devono essere realizzati in lamiera di acciaio Fe 360 B UNI 7070-82 EN 10025.

- Il rivestimento interno ed esterno deve essere realizzato a mezzo di zincatura a caldo in relazione alla Norma UNI 5744-66, con zinco di prima fusione con purezza non minore di quella dello zinco ZN A 98,25 UNI 2013.
- Le dimensioni e i pesi sono riportati in Tabella 3.

Tipo	Larghezza (A) Mm	Altezza (B) mm	Spessore (S) Mm	Lunghezza (L) mm	Peso (P) Kg
50x50	50 +/- 2%	50 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	7,60 +/- 10%
80x80	80 +/- 2%	80 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	11,40 +/- 10%
140x70	140 +/- 2%	70 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	14,30 +/- 10%
140x100	140 +/- 2%	100 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	16,30 +/- 10%
140x140	140 +/- 2%	140 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	18,70 +/- 10%
175x70	175 +/- 2%	70 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	17,0 +/- 10%
175x120	175 +/- 2%	120 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	20,0 +/- 10%
175x175	175 +/- 2%	175 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	23,50 +/- 10%

(*) Il peso è calcolato per una canalina con relativo coperchio, intesa come unità.

Tabella 3: Dimensioni e pesi delle canalette in acciaio zincato.

- Il procedimento di zincatura a caldo, prevede l'immersione nello zinco fuso dopo tutte le lavorazioni meccaniche; il rivestimento risulterà su tutti i lati esterni ed interni, sui bordi e fori, quanto per offrire resistenza ad azioni meccaniche ed ossidanti.

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere; le gocce ed eccessi di zinco devono essere rimossi solo se pregiudicano l'uso finale della canalina.

Lo strato di zincatura deve risultare aderente affinché possa resistere senza criccarsi, o spellarsi, quando sia sottoposto alle normali condizioni di impiego della canalina.

Le caratteristiche della zincatura a caldo devono essere conformi alle Norme UNI 4179 punto 3 e UNI 5744-66 punti 4 e 5.

- Il colore della canalina, risulterà il grigio classico della zincatura a caldo.
- Resistenza all'urto (resilienza): valor medio ≥ 27 J (UNI EN10025 e EN10045/1);
- Resistenza allo snervamento: ≥ 235 N/mm² (Norma EN 10025);
- Rottura a trazione: $\geq 360 \div 510$ N/mm² (Norma UNI EN 10025 e EN 10002/1);
- Spessore del rivestimento: ≥ 78 μ m, per il valore singolo
 ≥ 86 μ m, per la media dei campioni misurati (Norma UNI ISO 2178 e CEI 7-6).

Ciascuna canaletta deve essere provvista di cartellino fissato mediante piombino, recante le seguenti indicazioni:

- nome, o sigla del fornitore;
- descrizione del materiale;
- mese ed anno di costruzione.

7.3. MATERIALI ACCESSORI

7.3.1. Tubazioni in PEAD a Superficie Esterna Corrugata

Nei casi in cui, per un qualsiasi motivo comunque accertato dalla D.L., fosse impossibile o non conveniente procedere alla posa di cavidotti standard in PEAD diam. 50 mm (monotubi e tritubi), potranno essere utilizzati tubi corrugati, prodotti in conformità alla Norma CEI EN 50086-1-2-4.

Il tubo è un profilato di materiale plastico, con struttura coestrusa a doppia parete realizzata da un tubo esterno corrugato in PEAD e da una guaina interna liscia in PELD (polietilene a bassa densità), che deve essere priva di irregolarità quali buchi e grumi non fusi ed avere un'ondulazione il cui diametro massimo sia non superiore al 3% del diametro nominale esterno del tubo. Gli spessori delle guaine interna ed esterna devono essere tali da garantire le prestazioni meccaniche e tecniche richieste per il tubo corrugato; eventuali variazioni nello spessore delle singole guaine devono risultare non superiori al 20%.

Tale profilato costituisce la protezione meccanica per i cavi che in tale struttura saranno ospitati.

La massa termoplastica del tubo deve risultare inerte alla corrosione, agli agenti chimici presenti nel terreno, così come agli agenti atmosferici; deve inoltre resistere ai batteri, alle spore ed ai funghi, agli idrocarburi, ai detersivi ed all'acqua.

I materiali delle 2 guaine devono inoltre essere di opportuna composizione in modo da fornire un'elevatissima resistenza alla radiazione U.V. (almeno 6 mesi).

Il tubo corrugato deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

I tubi da usare dovranno avere le seguenti caratteristiche nominali:

- diametro interno minimo 75 mm;
- resistenza allo schiacciamento a 450 N con deformazione del diametro $\leq 5\%$ (misurata su 5 cm di tubo a 20 °C);
- lunghezza matassa 50 m.

Il fornitore deve dichiarare il minimo raggio di curvatura che il tubo può supportare in modo permanente, senza che questo causi alcun degrado delle caratteristiche meccaniche e senza che avvengano distacchi fra le 2 guaine, o fessurazioni di quella interna, tali da compromettere l'integrità del prodotto.

Il raggio di curvatura deve essere $\leq 0,55$ m.

Il tubo corrugato viene fornito in matasse, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. Le estremità del tubo devono essere chiuse con tappi, o altro sistema analogo, per evitare l'ingresso di corpi estranei nei periodi di stoccaggio; su una delle 2 estremità deve essere anche fornito un manicotto lineare di giunzione in PEAD per il raccordo fra tubi.

All'interno del tubo deve essere posizionato una sonda tirafilo, con carico di rottura 400÷600 N, per facilitare l'inserimento di una fune tiracavo.

Sul tubo, ad intervalli regolari di lunghezza non superiore a 3 m e su tutta la pezzatura, devono essere riportate le seguenti indicazioni mediante stampigliatura indelebile:

- longitudinalmente:
 - la sigla del fornitore;
 - la data di costruzione (mm/aa);
- trasversalmente:
 - la sigla del fornitore;
 - il diametro esterno;
 - la scritta "EN 50086-1-2-4";
 - il marchio IMQ, o equivalente.

7.3.2. Tubo Spaccato

E' una doppia guaina tubolare in polipropilene di colore nero per la protezione dei cavi; è flessibile, apribile longitudinalmente, ha caratteristiche dielettriche ed autoestinguenti; deve avere una buona resistenza agli urti, alla corrosione, alle basse temperature ed ai raggi U.V..

7.3.3. Tubo Flessibile

Tubo da utilizzarsi in situazioni particolari dove non sia possibile installare tritubi e/o monotubi, oppure, ad esempio, dove siano richiesti raccordi fra cavidotti rigidi e armadi, o cassette.

Principali caratteristiche funzionali sono: flessibilità, materiale di tipo rinforzato, possibilità di essere fissato a muro, o ad altri sostegni, con appositi collari.

Il produttore deve avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

7.3.4. Tubi in Acciaio Zincato

I tubi in acciaio zincato sono della serie media UNI 3824, tipo Mannesmann senza saldatura, delle dimensioni e/o del peso indicati nell'Elenco Prezzi.

Devono essere utilizzati per la protezione del cavo in luoghi accessibili a personale non autorizzato e comunque a discrezione della D.L.

Dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati; dovranno inoltre presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco deve essere di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Il tubo in acciaio zincato utilizzato per le canalizzazioni del progetto è quello di diametro esterno 2" (50 mm).

7.3.5. Bobine "marker"

Vengono installate in corrispondenza dei pozzetti interrati o in punti particolarmente critici del tracciato per consentire, successivamente, la loro individuazione e localizzazione attraverso una sonda di rilevamento.

Sostituiscono i tradizionali cippi, targhe e simili, rispetto ai quali offrono una serie di vantaggi:

- facilità di localizzazione;
- affidabilità nel tempo.

Il marker è costituito da un'antenna passiva accordata su una specifica frequenza di lavoro che viene rilevata attraverso uno strumento localizzatore costituito da una ricetrasmittente con antenna a disco che emette segnali radio a bassa frequenza.

7.3.6. Cordino di nylon

E' costituito da più fili di nylon cordati a treccia ed ha un diametro di 3-4 mm.

Viene predisposto all'interno di ogni singolo tubo per il successivo tiro della fune per la posa manuale del cavo. Ha un carico di rottura di circa 250 Kg e viene fornito in rotoli di 1.000 m.

Non è richiesta la predisposizione del cordino di tiro quando, a livello progettuale, è prevista la posa del cavo secondo tecniche e tecnologie alternative, quale la posa a soffiaggio d'aria.

Viene predisposto all'interno di ciascun tubo per il successivo tiro della fune per la posa del cavo.

E' costituito da fili di nylon alta tenacità assemblati in modo tale da formare una treccia di 3 mm di diametro nominale.

Le caratteristiche devono essere:

- carico di rottura $\geq 270 \text{ kg} \pm 3\%$;
- peso nominale $\geq 5,3 \text{ g/m}$.

La confezione finale dovrà essere del tipo cilindrico, con incrocio di precisione, da $1000 \text{ m} \pm 2\%$, senza nodi di giunzione ed avvolta su bobine flangiate. La confezione dovrà avere le seguenti dimensioni:

- altezza: $200 \div 230 \text{ mm}$
- diametro: $230 \div 300 \text{ mm}$.

Per ogni scatola di imballo dovranno essere disposti 6 rocchetti come i suddetti e sull'esterno della scatola dovrà essere precisato il nome ed il tipo del materiale contenuto ed il nome della Ditta fornitrice.

7.3.7. Sistema di Giunzione per Monotubo in PEAD $\Phi=50 \text{ mm}$

Il dispositivo ha il compito di giuntare ermeticamente i monotubi posti in trincea, nelle tubazioni, nei cunicoli e nelle gallerie, in modo tale da evitare che acqua e polvere entrino nei tubi e/o che le 2 estremità da giuntare siano disallineate.

Il sistema di giunzione deve essere a tenuta stagna e resistere alla pressione minima di 12.5 Atm. Deve essere di colore nero RAL 9004.

Il sistema di giunzione deve essere realizzato con un accessorio di spessore adeguato, esterno ai monotubi, che deve anche garantire l'allineamento dei singoli tubi (è consentito un disallineamento dovuto soltanto alle tolleranze dei tubi stessi), in modo che la luce interna dei due tubi giuntati sia completamente sgombra, cioè che non si formino gradini nella giunzione.

Il sistema di giunzione deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Tutte le eventuali parti metalliche facenti parte del giunto devono essere non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche della presente Norma Tecnica.

Il prodotto, una volta installato, non deve necessitare di manutenzione.

Le dimensioni di massimo ingombro dovranno essere:

- lunghezza massima: 200 mm;
- larghezza massima: +50% del tubo relativo;
- altezza massima: +50% del tubo relativo.

Ogni eventuale guaina termorestringente utilizzata deve garantire le prestazioni complessive del sistema di giunzione qui descritto.

Le principali caratteristiche di tale guaina devono essere:

- buona robustezza meccanica;
- elevata impermeabilità ai liquidi e ai gas.

Sul sistema di giunzione, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- il logotipo della Committente;
- la sigla (o il nome) del fornitore;
- il mese e l'anno di costruzione (mm/aa);
- (il valore della coppia di serraggio (N*m), nel caso in cui il sistema di giunzione sia composto anche da parti da avvitare).

7.3.8. Sistema di Giunzione per Tritubo in PEAD $\Phi=50$ mm

Il dispositivo ha il compito di giuntare ermeticamente i tritubi posti in trincea, nelle tubazioni, nei cunicoli e nelle gallerie, in modo tale da evitare acqua e polvere entrino nei tubi e/o che le estremità da giuntare siano disallineate.

Il sistema di giunzione deve essere a tenuta stagna e resistere alla pressione minima di 12.5 Atm.

Il sistema di giunzione non dovrà consentire il passaggio di aria compressa (8 Atm) da un tubo del tritubo ad un altro dei 2 tubi della giunzione, ovvero dovrà garantire la continuità ermetica di ogni singolo tubo. Deve essere realizzato con un accessorio di spessore adeguato, esterno al tritubo, che deve anche garantire l'allineamento dei singoli tubi (è consentito un disallineamento dovuto soltanto alle tolleranze dei tubi stessi), in modo che la luce interna di ciascuna coppia di tubi giuntati sia completamente sgombra, cioè che non si formino gradini nella giunzione.

Il sistema di giunzione deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Tutte le eventuali parti metalliche facenti parte del giunto devono essere non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche della presente Norma Tecnica.

Il prodotto, una volta installato, non deve necessitare di manutenzione.

Le dimensioni di massimo ingombro dovranno essere:

- lunghezza massima: 200 mm;
- larghezza massima: +16% del tubo relativo;
- altezza massima: +50% del tubo relativo.

Ogni eventuale guaina termorestringente utilizzata deve garantire le prestazioni complessive del sistema di giunzione qui descritto.

Le principali caratteristiche di tale guaina devono essere:

- buona robustezza meccanica;
- elevata impermeabilità ai liquidi e ai gas.

Sul sistema di giunzione, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- il logotipo della Committente;
- la sigla (o il nome) del fornitore;
- il mese e l'anno di costruzione (mm/aa);
- (il valore della coppia di serraggio (N*m), nel caso in cui il sistema di giunzione sia composto anche da parti da avvitare).

7.3.9. Sistema di Giunzione per Tubo Corrugato

Il dispositivo ha il compito di raccordare 2 tubi corrugati dello stesso diametro e di proteggere il giunto da intrusione di acqua e polvere.

Dovrà essere in PEAD, rispondente alla Normativa CEI EN 50086-2-4, per garantire che a varie temperature non esista differenza di ritiro fra il tubo ed il dispositivo.

Il raccordo dovrà essere realizzato con un accessorio esterno ai tubi, che dovrà anche garantire l'allineamento dei tubi stessi (è consentito un disallineamento dovuto soltanto alle tolleranze dei tubi giuntati), in modo che la luce interna dei due tubi raccordati sia completamente sgombra, cioè che non si formino gradini nella giunto.

Il sistema di giunzione dovrà essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Il prodotto, una volta installato, dovrà essere ermetico e non necessitare di manutenzione. Dovrà inoltre avere una conformazione particolare, tale da fornire un'elevata resistenza alla trazione dei tubi raccordati.

Sul sistema di giunzione, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- la sigla (o il nome) del fornitore;
- il mese e l'anno di costruzione (mm/aa).

E' una doppia guaina tubolare usata per la protezione dei cavi in manufatti promiscui o particolarmente critici; è flessibile, apribile longitudinalmente, ha caratteristiche dielettriche ed autoestinguenti; ha una buona resistenza agli urti, alla corrosione ed ai raggi ultravioletti.

7.3.10. Targhetta di identificazione

E' un'etichetta adesiva indelebile, dove si riportano i dati significativi necessari per l'identificazione delle parti dell'impianto.

In particolare:

- il logotipo della Committente;
- Il nome dell'impianto;
- il tipo di cavo;
- il numero del giunto (solo per i giunti);
- il nome del sito (solo per le terminazioni).

7.3.11. Morsetti per il fissaggio del cavo a muro

Il morsetto è costituito da una basetta in materiale plastico, provvisto di foro per il fissaggio del cavo o del tubo corrugato a parete, a soffitto e nei manufatti.

Nella citata basetta si inserisce un'apposita fascetta di nylon che, con l'ausilio della testina di serraggio, permette il fissaggio del cavo o del tubo corrugato.

7.3.12. Tappo ad Espansione

Questi dispositivi di chiusura per monotubi e tritubi in PEAD lisci e per tubi corrugati hanno lo scopo di chiudere ermeticamente le estremità dei tubi non utilizzati da cavi, in modo da non permettere l'ingresso di liquidi, o corpi estranei, all'interno dei tubi stessi.

Il dispositivo di chiusura è formato da due elementi, separati da due guarnizioni in neoprene, uniti da un perno filettato passante terminato con una leva di serraggio dalla parte del tappo esterna al tubo e con un occhiello di diametro non inferiore a 6 mm, per l'ancoraggio del cordino di tiro, dalla parte del tappo inserita nel tubo. Il dispositivo di chiusura possiede inoltre un riferimento meccanico che ne consente la battuta sulla parete terminale del tubo dove viene inserito. Il diametro del meccanismo di battuta deve essere equivalente al diametro esterno del relativo tubo.

Lo stato delle superfici e la finitura del dispositivo di chiusura deve essere tale da non compromettere in alcun modo la funzionalità del dispositivo stesso.

Il tappo deve rimanere integro e funzionale anche in presenza di ambienti aggressivi, dovuti ad acidi, basi ed idrocarburi.

Durante la fase di rimozione non deve essere possibile il disassemblaggio di alcuna parte del dispositivo.

Il meccanismo di chiusura del dispositivo deve poter essere attivato senza richiedere l'impiego di speciale attrezzatura e deve consentire la variazione graduale del diametro del tappo, in modo da farlo aderire alla superficie interna del tubo. Nelle condizioni di serraggio, il dispositivo deve avere una lunghezza ≤ 10 cm.

Tutti i dispositivi di chiusura devono avere un meccanismo che limita lo sforzo massimo applicabile sulle parti soggette alla tenuta pneumatica.

L'operazione di chiusura e di rimozione del tappo dal tubo deve essere reversibile per un numero adeguato di volte.

I dispositivi di chiusura devono essere di colore nero RAL 9004; quelli per tubi corrugati devono presentare anche una superficie di colore blu RAL 5002 delle dimensioni minime di 1 cm^2 per la loro identificazione.

Tutte le eventuali parti metalliche devono essere non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche della presente Norma Tecnica.

I tappi devono essere realizzati con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Sulla superficie frontale esterna, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sigla del fornitore;
- anno di costruzione (sono ammesse le ultime 2 cifre dell'anno).

Questo tappo viene fornito assemblato, ed in linea di massima già pronto per essere installato. Prima di inserirlo nel tubo, occorre far passare il cordino di tiro

nell'apposita asola posta all'estremità del perno filettato e legarlo per assicurarlo a quest'ultimo, avendo cura di garantire una certa ricchezza di cordino all'interno del tubo.

7.3.13. Tappo Spaccato

Questi dispositivi di chiusura per monotubi e tritubi in PEAD lisci e per tubi corrugati hanno lo scopo di chiudere ermeticamente le estremità dei tubi utilizzati da un cavo, in modo da non permettere l'ingresso di liquidi, o corpi estranei, all'interno dei tubi stessi.

Il tappo è composto da n. 2 parti simmetriche legate fra di loro da una bretellina di stampaggio.

Il dispositivo di chiusura deve essere fornito di un riferimento meccanico che ne consente la battuta sulla parete terminale del tubo dove viene inserito. Il diametro del meccanismo di battuta deve essere equivalente a quello esterno del relativo tubo. Lo stato delle superfici e la finitura del dispositivo di chiusura deve essere tale da non compromettere in alcun modo la funzionalità del dispositivo stesso.

Il tappo deve rimanere integro e funzionale anche in presenza di ambienti aggressivi, dovuti ad acidi, basi ed idrocarburi.

Il meccanismo di chiusura del dispositivo deve poter essere attivato senza richiedere l'impiego di speciale attrezzatura e deve consentire la variazione graduale in funzione del diametro del cavo al suo interno, in modo da far aderire il dispositivo sia sul cavo, sia alla superficie interna del tubo. Nelle condizioni di serraggio, il dispositivo deve avere una lunghezza ≤ 10 cm.

L'operazione di chiusura e di rimozione del tappo dal tubo deve essere reversibile per un numero adeguato di volte.

I dispositivi di chiusura devono essere di colore nero RAL 9004; quelli per tubi corrugati devono presentare anche una superficie di colore blu RAL 5002 delle dimensioni minime di 1 cm^2 per la loro identificazione.

I tappi devono essere realizzati con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Sulla superficie frontale esterna, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sigla del fornitore;
- anno di costruzione (sono ammesse le ultime 2 cifre dell'anno).

Questo tappo viene fornito assemblato, ed in linea di massima già pronto per essere installato. Prima di inserirlo nel tubo, occorre far passare il cordino di tiro nell'apposita asola posta all'estremità del perno filettato e legarlo per assicurarlo a quest'ultimo, avendo cura di garantire una certa ricchezza di cordino all'interno del tubo.

Il kit viene fornito in particolari ad assemblare al momento dell'installazione.

Il tappo ha la caratteristica di essere adattabile a vari diametri di cavo: esso infatti è costruito con la possibilità di essere tagliato in punti prestabiliti, in modo da aderire, quanto più possibile, all'esterno della guaina del cavo.

Una volta inserito il tappo nel tubo, per farlo scorrere lungo il cavo fino alla battuta è possibile aiutarsi con un mazzuolo di gomma.

Qualora non sia possibile realizzare la perfetta tenuta fra il tappo ed il cavo, potrà essere applicata all'esterno della parte conica del tappo una fascetta di plastica

del tipo in dotazione allo stesso. In tal caso, per la rimozione del tappo, sarà necessario prima rimuovere detta fascetta.

7.3.14. Raccordo filettato con dado di serraggio

Il raccordo filettato completo di dado di serraggio ha la funzione di unire il tubo corrugato, qualora messo in opera, al tappo spaccato; questi sono apribili onde permetterne l'installazione sul cavo continuo e sono realizzati in materiale plastico.

7.3.15. Lubrificante

Ha la funzione di ridurre il coefficiente di attrito tra cavo e tubo all'atto della posa, deve essere di facile e vaporabilità dopo l'utilizzo, non deve essere corrosivo e non deve determinare, nel tempo, alcun effetto bloccante tra tubo e cavo.

7.3.16. Staffe per il sostegno delle canalette

Le staffe possono avere dimensioni e forma diverse in funzione della struttura da supportare, devono essere realizzate in ferro zincato a caldo e munite dei fori necessari per il loro fissaggio con l'impiego di idonei tasselli ad espansione.

7.3.17. Nastro Segnalatore

Il nastro segnalatore ha la funzione di evidenziare la presenza di cavi e/o di manufatti posati in trincea.

Il nastro di segnalazione deve essere costituito da polietilene di colore giallo (RAL 1023), inerte agli agenti alcalini ed acidi presenti nel terreno.

Deve possedere le seguenti caratteristiche:

- costituzione: tre strati coestrusi, senza uso di collanti;
- siglatura: con scrittura indelebile (a Norma MIL M 81531);
- spessore: $0,138\text{mm} \pm 10\%$ (a Norma ASTM D 2103);
- larghezza: $250\text{ mm} \pm 10\%$;
- peso (misurato su 150m): $19,25 \pm 3\text{ g/m}$ (a Norma ASTM D 2113);
- densità: $\geq 0,93\text{ g/cm}^3$ (a Norma ASTM D 1248);
- temperatura di infragilimento: $-30\text{ }^\circ\text{C}$ (a Norma ASTM 746);
- resistenza alla lacerazione: $> 800\text{ g}$ in direzione longitudinale (a Norma ASTM D 1922);
- allungamento a rottura: $\geq 700\%$ in direzione longitudinale (a Norma ASTM D 882);
- carico a rottura: $\geq 20\text{ N/mm}^2$ in direzione longitudinale (a Norma ASTM D 882).

Il nastro di segnalazione deve essere avvolto su bobine di $300 \pm 15\text{ m}$, di peso non superiore a 7 kg.

Il nastro deve risultare di aspetto omogeneo e di superficie liscia, esente da screpolature, ammanchi, inclusioni, o da qualunque altro difetto che possa comprometterne la funzionalità. La colorazione gialla di sicurezza deve risultare omogenea.

La siglatura deve risultare leggibile, con lettere di altezza $23 \pm 2\text{ mm}$, ripetibile ogni 80 cm al massimo e deve riportare le seguenti indicazioni:

- dicitura: "Committente - Attenzione Cavi per TLC";
- nome, o sigla, del fornitore;
- anno di fabbricazione (sono ammesse le ultime 2 cifre dell'anno).

8. COSTRUZIONE DELL'INFRASTRUTTURA

La costruzione dell'infrastruttura consiste essenzialmente nella stesura di un insieme di tubi, destinati a contenere le F.O., che si sviluppa attraverso un percorso stabilito in fase di progetto denominato "tracciato".

Il tracciato potrà interessare diversi tipi di terreni e/o infrastrutture esistenti. In particolare il tracciato potrà svilupparsi attraverso le seguenti tipologie di terreni e/o infrastrutture esistenti:

- Sede stradale asfaltata;
- Terreno non asfaltato;
- Ponti o Viadotti;
- Canalizzazioni esistenti.

Il posizionamento del tracciato sulla sede stradale verrà stabilito in fase di progettazione, previa eventuale indagine mediante Georadar da eseguire secondo le specifiche indicate nelle relative Norme tecniche. La costruzione dell'infrastruttura avverrà preferibilmente eseguendo uno scavo in mini trincea. E' previsto anche uno scavo di tipo "tradizionale" nel caso in cui il numero dei tubi da posare e/o l'ambiente urbano impediscano l'uso della mini trincea. La scelta della metodologia di costruzione viene stabilita in fase di progettazione.

Nel corso degli scavi, in corrispondenza dei punti di passaggio pedonali (negozi, fabbricati e altri) e per consentire il transito dei veicoli (passi carrai, attraversamenti stradali e/o ove occorra dare transito durante l'esecuzione dei lavori), si dovrà provvedere all'installazione di passerelle metalliche, lastre di adeguato spessore e quant'altro sia necessario. I passaggi pedonali dovranno essere dotati di corrimani.

Tutti i passaggi dovranno essere adeguatamente segnalati secondo le Norme vigenti in materia.

Nel corso degli scavi si dovrà provvedere alla protezione ed al sostegno provvisorio di tutti i pali incontrati lungo o nelle vicinanze delle trincee di scavo, che potrebbero inclinarsi qualora non fossero adeguatamente puntellati (semafori, illuminazione, linee elettriche, linee telefoniche o similari).

Il fronte dello scavo sarà il più possibile rettilineo e di norma di lunghezza tale da poter essere richiuso al termine della giornata lavorativa.

Qualora si presentassero cedimenti o pericoli di frane lo scavo sarà convenientemente puntellato.

8.1. REALIZZAZIONE CON SCAVO IN MINI TRINCEA

La costruzione dell'infrastruttura con mini-trincea sarà eseguita secondo le modalità di seguito indicate. Nella mini trincea potranno trovare allocazione fino ad un massimo di n. 6 monotubi da 50 mm di diametro. Al fine di ridurre gli impatti sulla circolazione stradale ed assicurare il rispetto delle specifiche di scavo, posa e riempimento è consigliabile l'utilizzo di macchine speciali.

La realizzazione della mini-trincea sarà effettuata secondo le fasi di seguito descritte:

- Predisposizione della segnaletica stradale di delimitazione e segnalazione del cantiere, come previsto dal codice della strada facendo in modo che le dimensioni del cantiere siano limitate a non più di 40 m di lunghezza e 1,80 m di larghezza;
- Scavo, Posa dei Tubi e Riempimento:

- Eventuale taglio della pavimentazione (su strada asfaltata) con le dimensioni nominali di 12 cm di larghezza e 40 cm di profondità mediante macchina operatrice;
- Contestuale messa in opera dei tubi (max 6) in polietilene ad alta densità del diametro esterno di 50 mm, posizionati in fondo allo scavo e sovrapposti tra loro, compresi materiali per l'esecuzione dei giunti longitudinali dei tubi con accessori adatti a mantenere la pressione di 12.5 Atm;
- Contestuale riempimento dello scavo con malta cementizia realizzata con sabbia 0-6 mm dosata con 250 kg di cemento R 3.25, addizionata con opportuni prodotti aeranti e/o fluidificanti tali da garantire una classe di consistenza S5, massa volumica compresa tra 1.500 e 1.800 Kg/m³ ed una resistenza a compressione dopo 2 giorni maggiore di 20 N/mm². La messa in opera della malta deve avvenire fino alla quota del piano stradale. La malta dovrà essere pompata all'interno dello scavo in modo da avvolgere i tubi anche sul fondo dello scavo, proteggendo in tal modo l'infrastruttura da eventuali effetti da schiacciamento;
- Pulizia con spazzola dei bordi della trincea per la completa asportazione di eventuali residui di malta cementizia al fine di assicurare un ottimale livellamento della malta di riempimento con la superficie esistente;
- Raccolta e trasporto a discarica dei materiali di risulta;
- Copertura provvisoria dello scavo, ove necessario, e/o segnalazioni opportune per consentire il transito in sicurezza di auto, motoveicoli, biciclette e pedoni;
- Ripristino: trascorso il tempo corrispondente al completo indurimento della malta cementizia si potrà procedere al ripristino (su strada pavimentata in conglomerato bituminoso) attraverso le seguenti fasi:
 - scarifica centrata sull'asse della trincea per una larghezza minima di 100 cm e per la profondità indicata nei tipi;
 - pulizia della superficie per la completa asportazione dei prodotti di scarifica al fine di assicurare l'adesione del nuovo conglomerato bituminoso sull'esistente;
 - applicazione a freddo sulle pareti laterali e sul fondo del solco di miscela bituminosa elastomerizzata con funzione di mano di attacco;
 - ripristino della pavimentazione in asfalto con la messa in opera e la costipazione a regola d'arte di miscela bituminosa a caldo, del medesimo tipo di quella presente;
- Aggiornamento della documentazione topografica di progetto in conformità col tracciato effettivamente realizzato, in scala adeguata e su supporto magnetico.

8.2. REALIZZAZIONE CON SCAVO TRADIZIONALE

La costruzione dell'infrastruttura con scavo tradizionale sarà eseguita secondo le modalità riportate nei paragrafi successivi.

Gli interventi di scavo a sezione ristretta puntuali o lineari sul corpo stradale esistente, necessari per la posa di cavidotti, dovranno essere realizzati rispettando in generale le seguenti prescrizioni:

- prima dell'inizio degli scavi si dovrà eseguire con i mezzi idonei il taglio del manto bituminoso su ambo i lati in modo che i cigli risultino uniformi e di andamento regolare al fine di non provocare, nell'esecuzione dei lavori, danni anche a superfici di strada non interessate dagli scavi;
- le macchine edili, tra cui i veicoli cingolati, non potranno circolare sul tappeto senza protezioni onde evitare danni allo stesso (protezioni con assi o gomma);

- lo scavo per la posa della tubazione dovrà essere eseguito rispettando ubicazione, misure, distanze, profondità, pendenze, ecc. indicate nei disegni e particolari di progetto o impartite all'atto esecutivo dalla D.L., adottando tutti gli accorgimenti e le precauzioni occorrenti dettati dalla tecnica.
Detto scavo dovrà essere eseguito:
 - o in senso trasversale interessando metà larghezza stradale per volta onde garantire la continuazione del pubblico transito; l'escavazione del secondo tratto potrà essere iniziata solamente dopo aver provveduto al riempimento, all'accurato costipamento ed alla perfetta sistemazione e transitabilità della rimanente sede viaria; il corpo stradale deve essere attraversato in preferenza in modo perpendicolare al piano viabile;
 - o in senso longitudinale per una lunghezza che garantisca giornalmente anche la copertura dello scavo, proseguendo il lavoro soltanto dopo aver riempita, accuratamente compattata con mezzi meccanici, la parte precedentemente escavata; in generale, salvo diverse pattuizioni con la D.L., la lunghezza del cantiere non potrà eccedere i 100 m e tale valore massimo potrà essere ridotto in relazione al numero ed all'importanza delle eventuali intersezioni stradali, degli accessi, delle interferenze con altri sottoservizi ecc.;
- nel caso di utilizzo di tecniche tradizionali di scavo e riempimento con materiale legante, l'estradosso della tubatura, o dell'eventuale manufatto protettivo, dovrà essere posto ad almeno m 1,00 di profondità rispetto al piano stradale;
- è vietato porre in opera tubazioni di qualsiasi tipo sul corpo stradale ad una distanza inferiore a m. 1,00 dal ciglio bitumato;
- alla profondità di cm 40 dovrà essere stesa un nastro monitore in plastica per la segnalazione delle sottostanti tubazioni;
- qualora durante l'esecuzione dei lavori si riscontrino la presenza di altri servizi (pozzetti, condutture, cavi, ecc.), l'Impresa resterà sempre e comunque la sola responsabile di eventuali danni arrecati agli stessi e/o a terzi e dovrà provvedere sollecitamente al ripristino a propria cura e spese;
- in nessun caso il materiale di scavo potrà essere depositato sul piano viabile.

Il rinterro dovrà essere effettuato con materiale arido di cava messo in opera a strati di uniforme spessore non eccedenti i 30 cm, compressi tramite idonea bagnatura e vibratura onde garantire un buon costipamento dei materiali ed il raggiungimento dei parametri indicati in tabella 4; lo spessore dello strato dovrà essere valutato in funzione del tipo e della massa del costipatore impiegato (vedi tabella 5).

La compattazione dovrà essere effettuata ogni 30 cm e dovrà essere eseguita sia alla base dello scavo che lungo i fianchi del sottoservizio come indicato nel seguente schema:

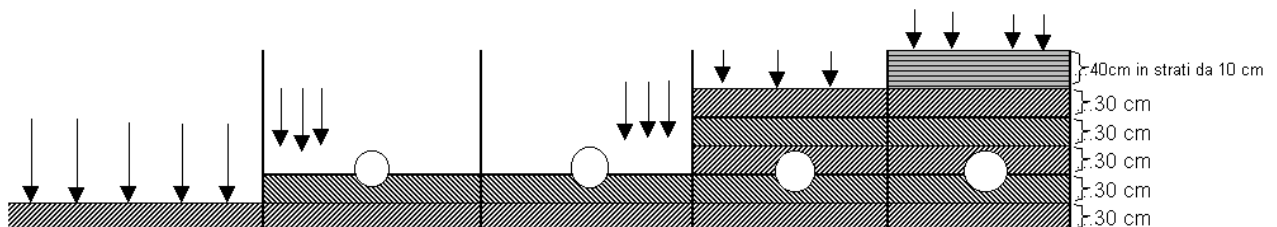


Figura 5: Schema rinterro e compattazione strati materiale riempimento scavi.

Il cassonetto stradale dovrà essere ricostruito con misto calcareo stabilizzato di cava con granulometria 0 - 30 mm, eventualmente miscelato con polvere di cemento, nella quantità di 50 Kg/m³ di materiale, qualora la D.L. o l'ente proprietario della strada lo ritengano opportuno; lo spessore minimo del cassonetto sarà di cm. 30 e dovrà essere compattato in strati di spessore non superiore a 10 cm.

La granulometria del materiale usato per il rinterro e per il cassonetto stradale dovrà in ogni caso rientrare entro il fuso previsto per la massicciata stradale;

Lo strato di collegamento sarà di norma realizzato in conglomerato bituminoso semiaperto (binder tipo B del Capitolato PAT), dello spessore compreso di cm. 10, da posare previa idonea costipazione del cassonetto e dovrà essere eseguito immediatamente e comunque tassativamente prima di qualsiasi sospensione festiva e non dei lavori. Nel caso dovessero manifestarsi cedimenti è fatto obbligo all'Impresa di eseguire immediata ricarica con conglomerato bituminoso idoneo. Ad assestamento avvenuto, previa fresatura per uno spessore di cm. 3, dovrà essere steso il manto d'usura in conglomerato bituminoso chiuso (tipo D Capitolato PAT), spessore compreso cm 3, per la larghezza stabilita in progetto o indicata all'atto esecutivo dalla D.L. o dall'ente proprietario della strada.

Tali ripristini dovranno essere garantiti fino al collaudo dell'opera e fino a tale data. Nel caso dovessero presentarsi cedimenti o avvallamenti, l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese ad un nuovo ripristino dei tratti danneggiati procedendo con le modalità sopra descritte. Qualora, a seguito degli scavi, fosse danneggiata la segnaletica orizzontale, la stessa dovrà essere ripristinata immediatamente dopo la posa del binder. L'operazione dovrà essere ripetuta dopo la stesa del tappeto e/o dopo i lavori di ripristino. Eventuale segnaletica verticale, pali segnaletici, cippi chilometrici o di confine, rimossi o danneggiati durante i lavori, dovranno essere posti su basamento in calcestruzzo rispettando la precedente ubicazione e sostituiti nel caso fossero deteriorati. La banchina manomessa dovrà essere ripristinata con materiale arido fine ben costipato con leggera pendenza verso l'esterno e ricoperto di terreno vegetale seminato a prato.

Tabella 4: Valori minimi del modulo di compressione Me e densità relativa da raggiungere negli interventi di ripristino.

(Me è determinato con piastra da 30 cm di diametro - Norme svizzere VSS-SNV 670317)

	Me N/mm ²	densità relativa (grado di compattazione) (densità in sito/densità max proctor)
Sottofondo	15	90% AASHO Mod.
Fondazione o corpo del rilevato	30	90% AASHO Mod.
Strato di base o ultimo strato del rilevato	50	95% AASHO Mod.
Cassonetto o massicciata	80	95% AASHO Mod.

Tabella 5: Spessore massimo dello strato dopo compattazione relativo a lavori di ripristino della fondazione stradale per la posa di sottoservizi

peso statico del costipatore	Sabbia/ghiaia
<i>Costipatori leggeri a piastra vibrante</i>	
50 - 100 kg	0,15 m
100 - 200 kg	0,20 m
400 - 500 kg	0,35 m
<i>Pestello vibrante</i>	
75 kg	0,35 m
<i>Rullo a doppio tamburo</i>	
600 - 800 kg	0,20 m
<i>Rulli vibranti tandem</i>	
1200 – 1500 kg	0,20 m

8.2.1. Pavimentazione non asfaltata/Terreno vegetale

Questa tipologia di posa, ove possibile ed in subordine a quella in mini trincea, sarà prevalentemente attuata sulla scarpata a fianco della carreggiata stradale, o in corrispondenza della banchina non pavimentata.

Nel caso di scavo in scarpata, questo può essere dei seguenti tipi:

- In Testa alla Scarpata.

Quando c'è spazio sufficiente tra il limite dell'asfalto e l'inizio del tratto inclinato della scarpata, ove non siano presenti altre strutture quali guard-rail, altre canalizzazioni, o plinti di pali, che interferiscono con lo scavo.

Questa è la soluzione da preferire, quando praticabile.

- A Metà Scarpata.

Quando il profilo della scarpata presenta una inclinazione, rispetto al piano orizzontale, non superiore a 30° e comunque tale da garantire una realizzazione della tubazione affidabile, tale da evitare successivi franamenti, o cedimenti, della medesima, da qualsiasi causa ambientale generati.

Nel caso di inclinazioni superiori sarà compito della D.L. autorizzare, o meno, l'utilizzo di questa zona della scarpata, in funzione anche del suo stato.

- In Fondo alla Scarpata.

Quando c'è spazio sufficiente tra il limite di proprietà della COMMITTENTE e la fine del tratto inclinato della scarpata, ove non siano presenti altre strutture quali altre canalizzazioni, o plinti di pali.

L'infrastruttura di posa sarà realizzata mediante scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito in genere con mezzi meccanici adeguati (escavatori, pale meccaniche, ecc.), o a mano in situazioni particolari, della larghezza di 40 cm e profondità media di 80 cm, su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato, o melmoso, eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm. Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed

impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici, o telefonici, ecc., nonché opere d'arte di interesse archeologico.

Sono previste in particolare le seguenti lavorazioni:

- eliminazione dal fondo di pietre, o protuberanze in genere, comprese radici di piante, o altro;
- tiro in alto delle materie scavate, eventuali sbadacchiature e relativo recupero;
- eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzazione e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera;
- carico, trasporto e scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta;
- deposito di strato di almeno 5 cm di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine;
- fornitura ed allettamento del tritubo/i, rispondenti alle specifiche delle presenti Norme Tecniche di Appalto, in posizione orizzontale;
- ricoprimento per uno spessore di 10 cm (dalla generatrice superiore dei tubi), con sabbia pozzolanica;
- rinterro con materiale di risulta fino a quota di -30 cm dal piano di campagna;
- posa in opera di nastro di segnalazione e successivo rinterro fino a quota del piano di campagna;
- compattazione meccanica a strati di spessore non superiore a 30 cm;
- seminagione finale con erbe prative ad attecchimento garantito.

Qualora, per la presenza di terreno roccioso o per altre cause, non sia possibile raggiungere la profondità di posa prescritta, oppure lo scavo sia realizzato in prossimità di alberi le cui radici potrebbero provocare danneggiamenti, il tubo dovrà essere protetto da canaletta in acciaio zincato e quindi dalla mantellina in cls con $R_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$.

Dove la distanza tra i pozzetti sia tale da richiedere la giunzione delle due pezzature di tubo, questa dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua, o polvere, penetrino nei tubi ed inoltre, che le due estremità da giuntare siano disallineate. Il giunto dovrà garantire una buona resistenza meccanica e tenuta pneumatica.

8.2.2. Pavimentazione asfaltata

Questa tipologia di posa sarà attuata nei tratti in cui le condizioni del terreno circostante il percorso stradale non consentono la posa in scarpata, ed in generale nei luoghi in cui si ha la necessità di attraversare una pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Lo scavo sarà realizzato mediante demolizione del manto superficiale per strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso di qualsiasi spessore, eseguito con mezzo meccanico adeguato (fresatrice a freddo munita di autocaricante), con taglio netto della larghezza di 40 cm e secondo le specifiche delle presenti Norme Tecniche di Appalto. Lo scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito con mezzi meccanici adeguati, o a mano in situazioni particolari e per brevissimi tratti, avrà profondità media di 120 cm, su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato, o melmoso, eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm. Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici, o telefonici, ecc., nonché opere d'arte di interesse archeologico.

Sono previste in particolare le seguenti lavorazioni:

- eliminazione dal fondo di pietre, o protuberanze in genere; sollevamento delle materie scavate, eventuali sbadacchiature e relativo recupero;
- eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzazione e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera;
- carico, trasporto e scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta;
- deposito di strato di 5 cm di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine;
- fornitura ed allettamento dei tubi passacavi in PEAD diam. 50 mm, rispondenti alle specifiche delle Norme Tecniche di Appalto, in posizione orizzontale.
- ricoprimento per uno spessore di 10 cm (dalla generatrice superiore dei tubi) con sabbia pozzolanica;
- rinterro con materiale inerte stabilizzato;
- a -30 cm dalla superficie sarà posato il nastro di segnalazione.

Sopra lo strato di inerte sarà posato conglomerato bituminoso (binder), miscelato in centrale, confezionato secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche, compresi attivanti, rigeneranti-fluidificanti ed ogni altro onere, di spessore circa 10-15 cm e comunque fino alla quota del piano di calpestio. Successivamente, si procederà alla scarificazione superficiale per una profondità di 3 cm e per una larghezza minima di 60 cm, o in base alle indicazioni della D.L.; pulizia del cavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (motospazzatrice aspirante); realizzazione del nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco (MAMT) per microtappeti, confezionata con bitumi modificati per la quantità di 0,600 kg per m², mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto (MT) dello spessore di 3 cm, confezionato con inerti basaltici, compresa la stesa, la compattazione, la fornitura di attivanti ed ogni altro onere. Ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e con le modalità indicate nelle Norme Tecniche di Appalto.

Dove la distanza tra i pozzetti sia tale da richiedere la giunzione delle due pezzature di ciascun tubo, questa dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua, o polvere, penetrino nei tubi ed inoltre, che le due estremità da giuntare siano disallineate. Il giunto dovrà garantire una buona resistenza meccanica e tenuta pneumatica.

8.3. ATTRAVERSAMENTI DI INCROCI STRADALI

Gli attraversamenti degli incroci stradali saranno preferibilmente realizzati con tecnica No-Dig. Alternativamente saranno effettuati posando sul fondo dello scavo, ad una profondità di circa 120 cm, due tubi PVC da 200 mm all'interno dei quali sarà inserito il tritubo.

Al fine di garantire un'adeguata protezione meccanica dell'infrastruttura, è previsto il ricoprimento per uno spessore di 40 cm (dalla generatrice inferiore dei tubi) con mantellina in cls con $R_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$ avente inerti di dimensioni non superiori a 10 mm.

Si procederà di seguito al riempimento con 25 cm di stabilizzato, al di sopra del quale sarà posato uno strato di misto cementato dello spessore di 25 cm con sopra il nastro di segnalazione.

Al di sopra di quest'ultimo sarà realizzato uno strato di base in materiale chiuso dello spessore di 15 cm.

Successivamente sarà posato conglomerato bituminoso (binder), miscelato in centrale con l'impiego fino al 15% dell'intera miscela di materiali provenienti dalle

scarifiche, confezionato secondo le prescrizioni delle N.T.A., compresi attivanti, rigeneranti-fluidificanti ed ogni altro onere, di spessore circa 10 cm e comunque fino alla quota del piano di calpestio. Di seguito si procederà:

- alla scarificazione superficiale per una profondità di 5 cm e per una larghezza pari a quella indicata in progetto o indicata all'atto esecutivo dalla D.L.;
- alla pulizia del cavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (motospazzatrice aspirante);
- alla realizzazione del nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco (MAMT) per microtappeti, confezionata con bitumi modificati per la quantità di 0,600 kg per m², mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto (MT) dello spessore di 5 cm, confezionato con inerti basaltici, compresa la stesa, la compattazione, la fornitura di attivanti ed ogni altro onere;
- al ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e con le modalità indicate nelle Norme Tecniche di Appalto.

8.4. SUPERAMENTO DI PONTI E VIADOTTI

Sui ponti e sui viadotti, i tubi devono essere collocati all' interno di idonee strutture.

Occorre esaminare di volta in volta, in fase progettuale, con l'Ente proprietario la soluzione ottimale da adottare per il superamento del manufatto.

8.4.1. Strutture Predisposte

Nei cunicoli predisposti, il tritubo viene adagiato sul fondo degli stessi.

Qualora nel cunicolo siano presenti altri servizi, dovranno essere rispettate le tutte le norme vigenti relative alla concomitanza di più sottoservizi. In tutti i casi in cui i tubi possano essere soggetti a rischi di danneggiamento, ad esempio per la rottura delle piastre di copertura, lo stesso deve essere protetto con idonee canalette di ferro (Figura 6).

Dove non fosse possibile adagiare i tubi sul fondo del cunicolo a causa della presenza di altri servizi, se le dimensioni del manufatto lo consentono, il medesimo deve essere collocato all' interno di canalette fissate con zanche o tasselli ad espansione su una delle pareti laterali del cunicolo stesso (Figura 7).

Ove l'infrastruttura esistente sia costituita da tubo, nel caso le sue dimensioni lo permettano, si dovranno posare i monotubi e successivamente il cavo. Qualora invece le dimensioni del tubo non consentano l'inserimento di ulteriore protezione, dopo accurata ispezione ed eventuale pulizia, lo stesso può essere utilizzato per l'infilaggio diretto del cavo.

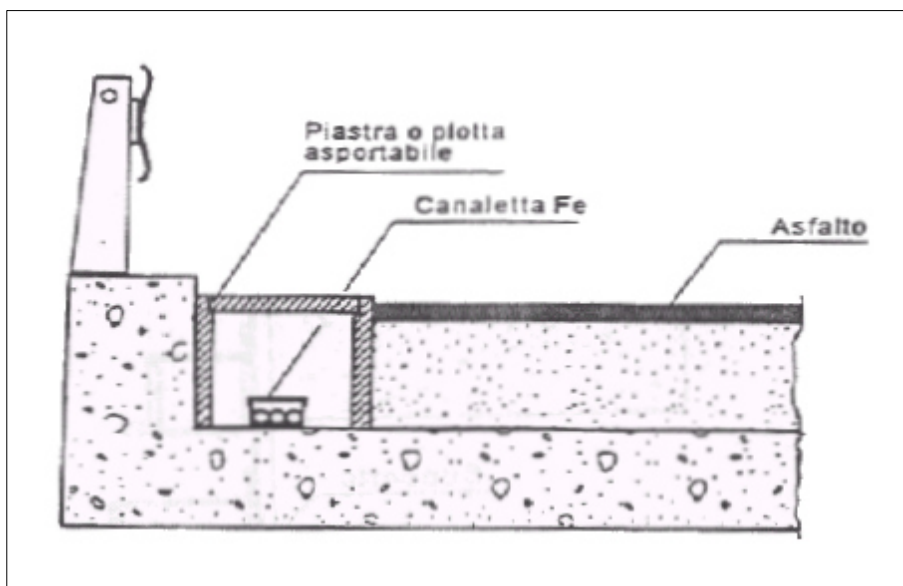


Figura 6: Esempio di posa del tritubo in canaletta di ferro in cunicolo predisposto.

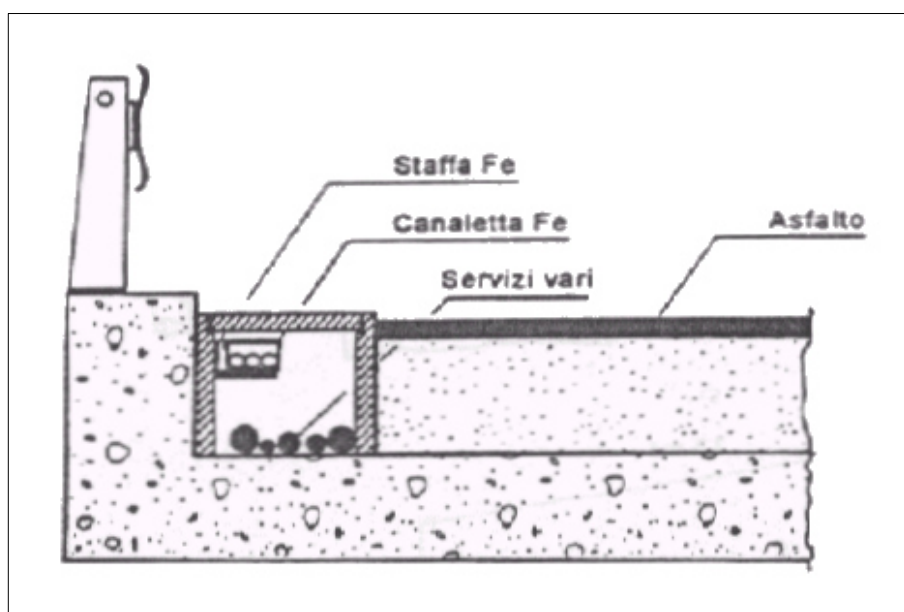


Figura 7: Esempio di posa del tritubo in canaletta in cunicolo predisposto.

8.4.2. Posa in Trincea

Qualora le condizioni strutturali del manufatto consentano di eseguire uno scavo in sede stradale profondo almeno 30 cm, i tubi devono essere collocati dentro una canaletta di ferro zincata, annegata in un massetto di calcestruzzo avente spessore di 10 cm.

Particolare attenzione dovrà essere prestata nelle opere di scavo al fine di evitare danneggiamenti o incisioni alle solette dei ponti prefabbricati, o alle arcate di quelli in muratura.

8.4.3. Posa su Nuove Strutture

In assenza di infrastruttura predisposta e nell'impossibilità di eseguire lo scavo, i tubi saranno posati entro una canaletta in acciaio zincato (o vetroresina) di idonee dimensioni.

Le canalette vengono ancorate al manufatto (Figura 8) mediante staffe in ferro munite di tasselli ad espansione che vanno fissati con un interasse variabile, da 100 cm a 130 cm, in relazione al numero di cavi da posare.

Per esigenze strutturali del manufatto, la canalette possono essere sorrette da mensole alle quali vanno fermate con apposite staffe.

Qualora, per adattarlo al profilo del manufatto, il percorso delle canalette non sia realizzabile in maniera rettilinea, nei cambi di direzione si dovrà ricorrere alla sagomatura delle stesse, senza lasciare aperture che consentano l'ingresso di roditori, corpi estranei, ecc; in alternativa si può fare ricorso all'impiego di apposite curve sagomate sui vari piani.

Il punto di connessione fra due canalette deve sempre coincidere con un appoggio e deve essere realizzato con l'ausilio dell'apposito elemento di collegamento.

Ultimata la posa dei fondi delle canalette, i tubi vengono adagiati all'interno delle stesse; si procede poi alla messa in opera dei coperchi sfalsandoli rispetto ai fondi per irrigidire maggiormente l'intera struttura.

Si fissano i due elementi delle staffe per mezzo di bulloni e dadi.

Alle estremità del manufatto, la canaletta verrà prolungata fino ad arrivare alla normale profondità di posa dei tubi in trincea e protetta con un getto in calcestruzzo in modo che formi un corpo omogeneo con la spalletta del ponte (Figura 9).

Alle estremità dei ponti, dove possono verificarsi eventuali danneggiamenti dovuti ad incendi, si dovranno sempre utilizzare canalette in acciaio trattate, esternamente, con vernice intumescente e rivestite, internamente, con materiale termoisolante per una lunghezza tale da raggiungere un'altezza dal suolo di circa 4 m. Tali materiali potranno essere messi in opera anche in altre parti di impianto, come ad esempio in presenza di muri di contenimento di strade rilevate, ecc. ove vi siano arbusti o alberi che possano, in caso di incendio, arrecare danni all'impianto stesso.

Tali canalette sono di forma e dimensione compatibili con quelle in vetroresina in modo da permetterne la continuità con lo sfalsamento dei coperchi.

Nel caso di piccoli ponti, relativamente bassi e, quindi, facilmente accessibili che però non presentano i rischi precedentemente menzionati, si useranno le canalette in acciaio zincate.

In presenza di ponti prefabbricati, dove non risulta possibile impiegare staffe e tasselli, si potrà far uso di tubi in ferro tipo Mannesman da collocare tra una trave e l'altra (Figura 10), forando la spalla del ponte in prossimità della muratura di diaframma o di altro punto non di sostegno, previo accordo con l'Ente interessato. Anche in questi casi, se necessario, si dovranno adottare accorgimenti di protezione antincendio analoghi a quelli sopra descritti.

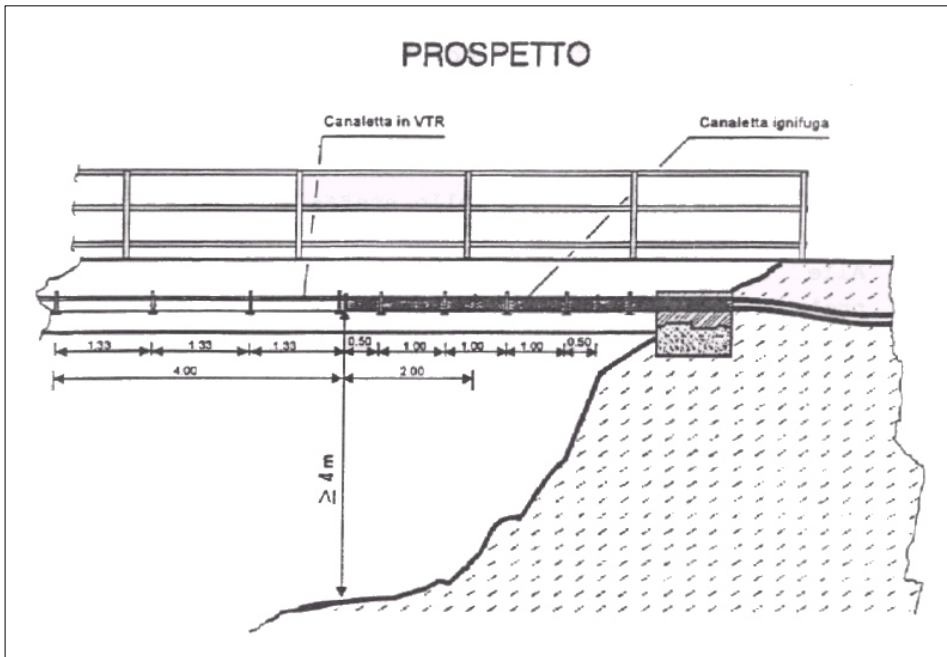


Figura 8: Esempio di posa su ponti e/o viadotti.

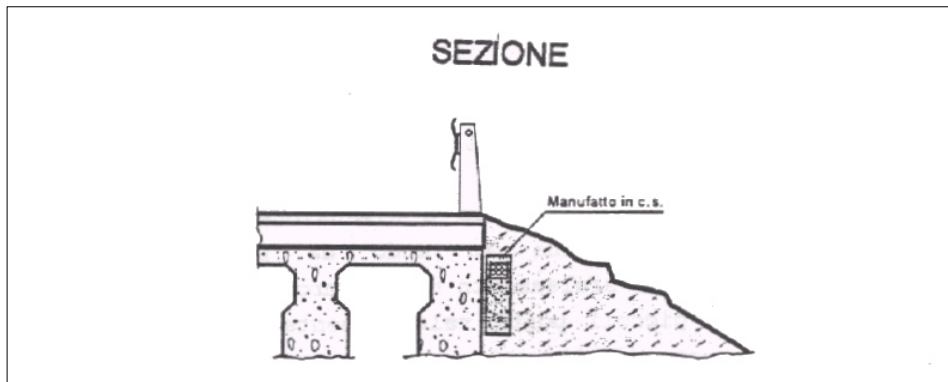


Figura 9: Esempio di raccordo tra zancatura e trincea

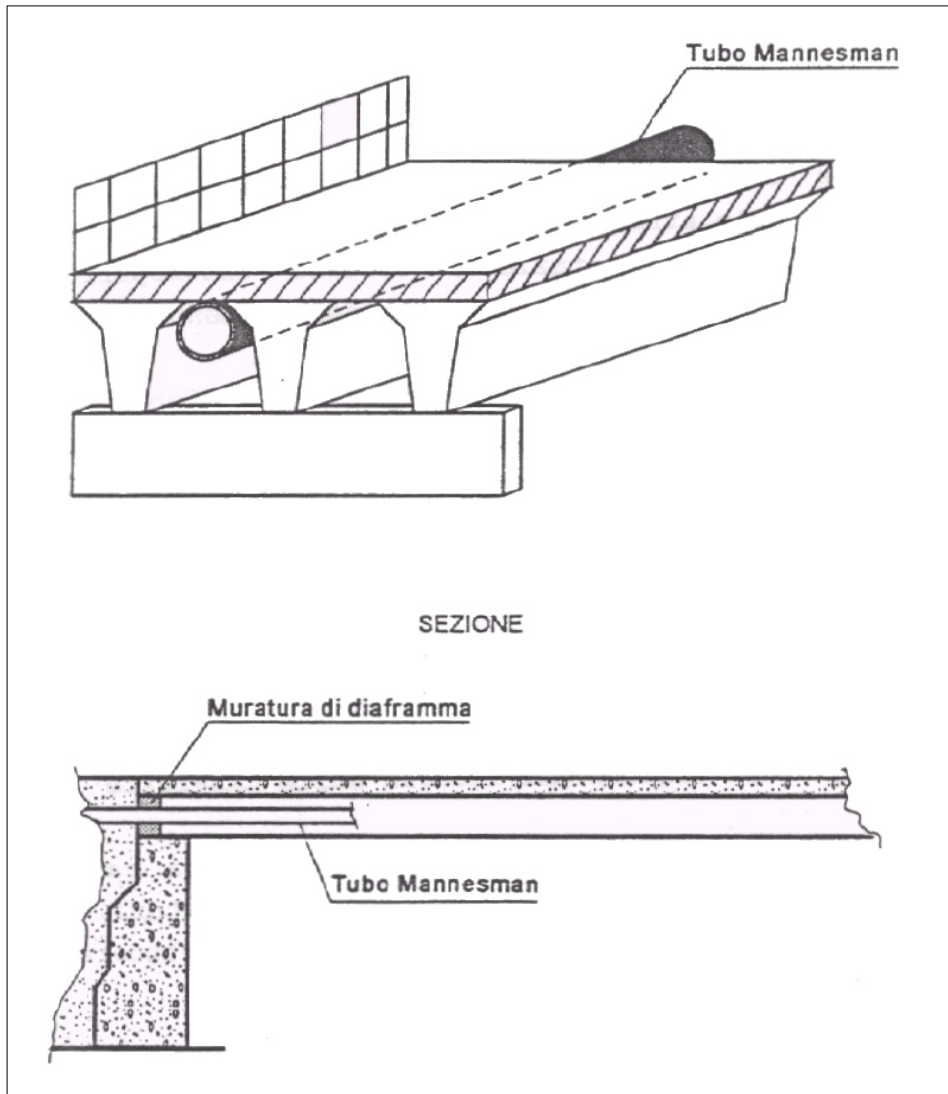


Figura 10: Esempi di attraversamento di ponte con tubo in ferro.

8.4.4. Dispositivi per i giunti di dilatazione di ponti e viadotti

Le modalità di seguito riportate si riferiscono a ponti e viadotti con giunti di dilatazione di interasse \leq di 40 m; per gli altri casi occorrerà adottare soluzioni da definire di volta in volta in fase di progetto.

Al fine di annullare gli effetti degli scorrimenti prodotti dalle strutture dei manufatti, in corrispondenza dei giunti di dilatazione, occorre predisporre dei dispositivi che consentano l'assorbimento di tali scorrimenti.

Per questo scopo vengono inseriti dei dispositivi a cannocchiale (Figura 11) realizzati interrompendo per circa 30 cm le cassette di protezione del tritubo e sovrapponendo alle stesse una cassetta di dimensioni maggiorate della lunghezza di 1 m; quest'ultima sarà fissata con due staffe ad una sola trave del manufatto.

Ovviamente i tubi, in corrispondenza di questi dispositivi, non devono essere interrotti.

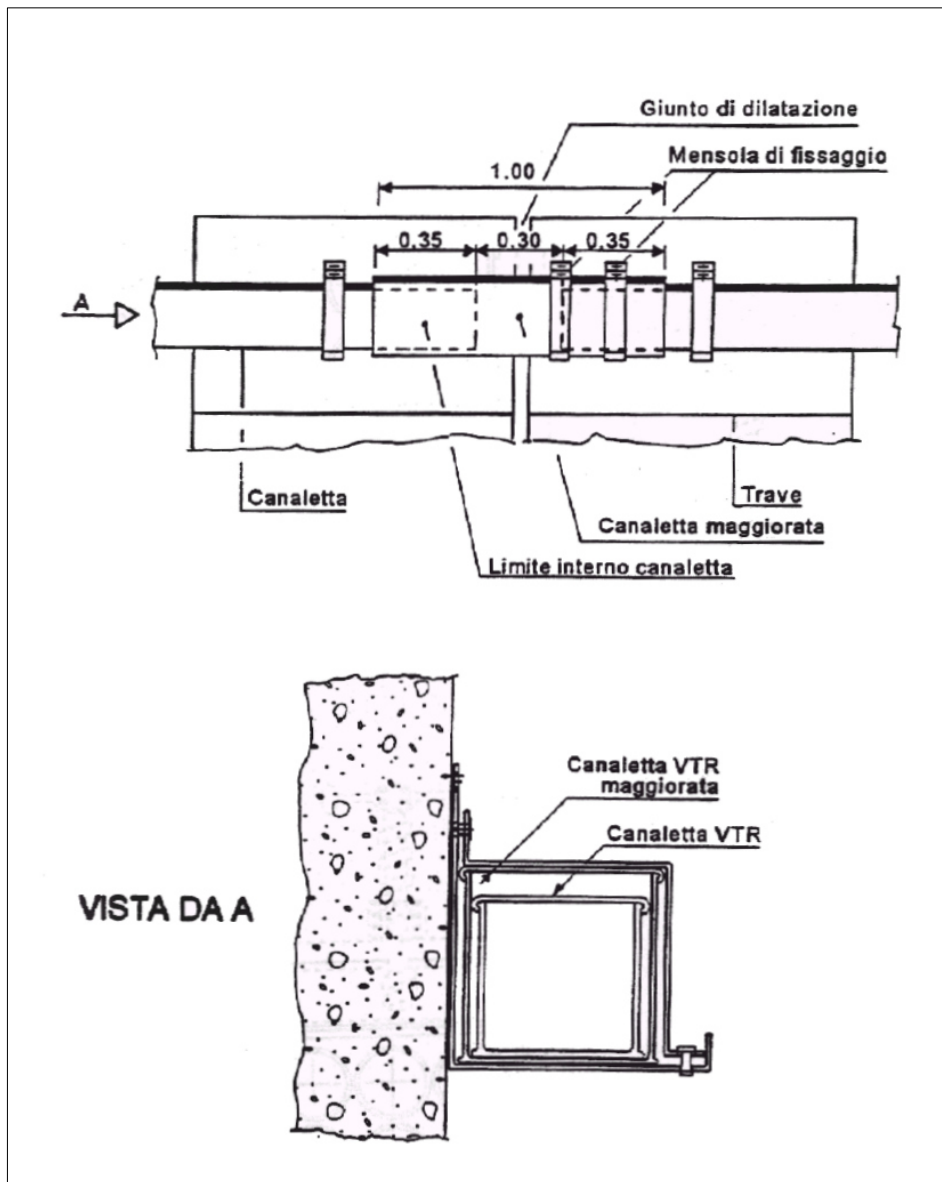


Figura 11: Dispositivo a cannocchiale per giunti di dilatazione su ponti e viadotti.

8.4.5. Bloccaggio dei tubi all'interno delle canalette

Per evitare lo scorrimento dei tubi nella canaletta che li contiene, nonché l'ingresso di roditori, corpi estranei, ecc, si rende necessario effettuare dei bloccaggi in punti discreti.

I bloccaggi vanno eseguiti:

1. alle estremità del manufatto;
2. nella mezzeria delle travi, quando queste superano i 30 m;
3. in corrispondenza dei piloni nei ponti in muratura;
4. in ogni caso, la distanza tra due bloccaggi non deve superare i 30 m.

Quest'operazione si realizza rendendo solidali tra loro la canaletta, il tritubo/monotubo ed i setti tramite rivettatura (Figura 12).

L'operazione di rivettatura deve essere effettuata nella fase in cui il complesso è sottoposto a compressione tramite attrezzo idoneo.

Per compensare la differente altezza dei setti rispetto a quella della canaletta, si interpongono appositi spessori in PVC.

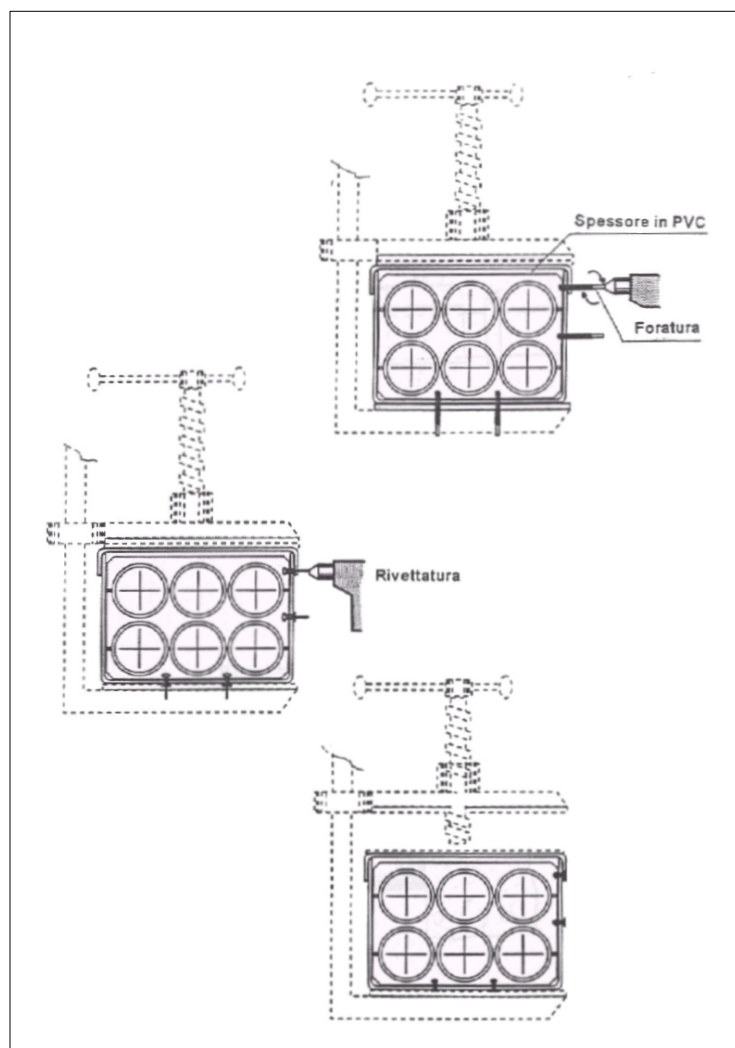


Figura 12: Esempio di bloccaggio con dispositivo modulare.

8.5. POSA ENTRO CANALETTA IN VETRORESINA

Questa tipologia di posa sarà utilizzata in presenza di ponti, o tombini, o muri di contenimento del rilevato stradale. La canaletta in vetroresina potrà essere completamente sostituita da quella metallica in acciaio zincato, anche per i tratti non interrati.

Nella posa aerea, le canalette, di dimensioni adeguate, devono essere ancorate al manufatto mediante staffe in acciaio zincato munite di tasselli ad espansione (qualora ciò non sia possibile, si possono usare mensole opportunamente staffate); l'interasse di fissaggio deve essere di circa 1 m, e comunque tale da garantire la massima stabilità dell'infrastruttura con il massimo equipaggiamento possibile. L'opera finita non dovrà presentare aperture.

Le canalette dovranno essere prolungate alle estremità fino ad arrivare alla normale profondità di posa della polifora nel sottosuolo.

All'interno di tali canalette dovrà di norma essere inserita la polifora, la quale, al fine di evitarne lo scorrimento, deve essere bloccata con apposito dispositivo in alcuni punti, fra cui le estremità del manufatto e comunque a distanze non superiori a 30 m.

In corrispondenza dei viadotti di notevole lunghezza (superiori a 1000 m) si dovrà prevedere l'interruzione del tritubo a metà campata per una lunghezza di circa 10 m, al fine di consentire la posa del cavo, terminata la quale, si procederà alla protezione dello stesso con tubo spaccato.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dei ponti dovranno essere usati dispositivi a cannocchiale, che prevedono l'interruzione della canaletta e la sovrapposizione di una canaletta maggiorata fissata su un solo lato del giunto.

Alle estremità di ponti in cui potrebbero verificarsi danneggiamenti per incendio, si dovranno utilizzare apposite canalette in ferro, trattate esternamente con vernice intumescente e rivestite internamente con materiale termoisolante.

Sul fianco delle canalette devono essere applicate le targhette adesive di identificazione, a distanza non superiore a 20 m.

Nel caso non sia possibile utilizzare canalette, ad es. per impossibilità di fissare staffe a muro, si potrà far uso di tubi in acciaio zincato.

8.6. POSA ENTRO CANALETTA IN ACCIAIO ZINCATO

Questa tipologia di posa sarà utilizzata quando la polifora dovrà essere protetta contro la deformazione da pericoli specifici (carichi elevati, presenza di asperità nel terreno, presenza di radici di alberi, quota di interrimento della condotta non adeguata, ecc.), oppure contro interventi accidentali (come nel caso di posa su muri, o su ponti a quota dal piano campagna inferiore a 2,50 m, o di posa interrata in prossimità di ponti soggetti ad ampliamento), oppure per protezione della condotta nei casi di interferenza con altri servizi.

Nella posa interrata, la canaletta sarà inserita a protezione della polifora ove previsto, secondo le indicazioni di progetto, o impartite dalla D.L. Tale posa sarà relativa a brevi tratti: semplice abboccamento nel sottosuolo in corrispondenza di ponti, o muri, in corrispondenza di radici di alberi, o altri sottoservizi, ecc.. Le pezzature da utilizzare avranno le dimensioni di progetto.

L'eventuale collegamento con canaletta in vetroresina deve essere effettuato utilizzando una pezzatura di canaletta di dimensione maggiorata, che possa fasciare il giunto fra le due. Nella posa aerea su muro, o ponte, la modalità di posa è analoga a quella della canaletta in vetroresina.

8.7. POSA DI TUBO METALLICO A VISTA

Questa tipologia di posa potrà essere utilizzata per le derivazioni verso le stazioni TLC, per le discese/salite dei cavi addossate a muri di contenimento, o su facciate esterne di edifici, o nei luoghi non riservati esclusivamente a personale autorizzato (es. sottopassi di collegamento fra aree di servizio Nord e Sud), o dove non è possibile installare la canaletta in acciaio zincato, oppure dove sia elevato il rischio che il cavidotto possa essere urtato pesantemente e comunque a discrezione della D.L.

Le pezzature da utilizzare avranno le dimensioni di progetto e, in genere, saranno di 2" di diametro esterno.

Il tubo metallico (acciaio zincato) deve essere fissato a muro mediante tasselli ad espansione e staffe. Il tubo deve essere posizionato a distanza adeguata da altre condotte, quali acqua, o cavi elettrici. Non è consentita la promiscuità degli appoggi con

questi ultimi. Particolare cura dovrà essere posta nell'inserimento dei pezzi speciali e nel raccordo degli estremi del tubo con gli altri tipi di condotte.

Le targhette di identificazione saranno applicate agli estremi e nei punti significativi (curve, ecc.) e ogni 20 m.

8.8. POSA SU PASSERELLA IN ACCIAIO ZINCATO

All'interno delle Centrali TLC, o nei cunicoli, il percorso del cavo può avvenire su passerella asolata in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, con elementi di dimensioni minime assimilabili a 200x75 mm.

Nell'eventualità di questo tipo di posa, il cavo deve essere protetto, se previsto, con materassino antifiama, fissato sul cavo stesso una volta posto in opera, oppure inserito in tubo corrugato flessibile.

8.9. POSA IN CANALIZZAZIONI ESISTENTI

Se in alcune tratte è presente una polifora realizzata con tubi in PVC, all'interno di almeno uno dei questi potrà essere fornita in opera una terna di monotubi del diametro di 50 mm, per il passaggio dei cavi.

Si dovrà procedere preliminarmente all'ispezione del tubo della polifora da sottoequipaggiare e all'eventuale ripristino dei tratti di tubazione danneggiati.

Negli attraversamenti stradali realizzati con scavo, dove sono stati preventivamente posati due tubi diametro 200 mm, si procederà all'infilaggio del tritubo $\phi=50$ mm all'interno di uno dei due tubi.

8.10. UTILIZZO DI CUNICOLI E GALLERIE

Cunicoli e gallerie esistenti lungo il tracciato interessato potranno essere utilizzate per la posa dei cavi in fibra ottica.

I tubi, in intercapedine, devono essere preferibilmente posati in una canalina in acciaio zincato con coperchio di dimensioni tipiche 80 x 80mm.

Le canaline devono essere appoggiate su supporti esistenti o su mensole in ferro di nuova installazione, fissate a parete mediante tasselli.

Nel punto di transizione dei tubi provenienti dalla trincea alle canaline, i cavi dovranno essere protetti con opportuno tubo antiroditore e l'ingresso della canalina dovrà essere tamponato con opportuno diaframma plastico o con resina espandibile.

Le intercapedini utilizzate dovranno essere rese accessibili dall'esterno qualora non siano già predisposte opportune aperture nella griglia; nel caso in cui in intercapedine debba essere posizionato un giunto di distribuzione, dovrà essere predisposto un opportuno piano di calpestio posizionato a 10-15 cm dal fondo dell'intercapedine se l'altezza di questa è inferiore ai 4 metri, o a 2 metri dalla griglia nei casi in cui l'altezza dell'intercapedine sia superiore ai 4 metri.

Staffe esistenti non occupate da altri cavi potranno essere utilizzate qualora sia garantito un andamento rettilineo del tracciato.

Nei casi di utilizzo di posa in intercapedini, cunicoli o gallerie, a protezione dei giunti e delle scorte di cavo, dove possibile, dovranno essere previsti degli armadi, da posizionare fissati a terra ad un'altezza dal pavimento di min. 30 cm.

Gli armadi da utilizzare saranno di 2 tipi:

- TIPO 1: per l'alloggiamento della muffola e della scorta di cavo.
- TIPO 2: per l'alloggiamento della sola scorta.

L'innesto dei cavi dovrà essere previsto dalla base e l'apertura tramite uno sportello singolo.

8.11. POSA DEL MONOTUBO IN TRINCEA

La posa dei monotubi/tritubi in trincea garantisce la protezione del cavo e crea l'infrastruttura per la futura posa di ulteriori cavi.

Il pacco di monotubi, di norma, può essere installato in tutte le sedi adatte per la posa dei cavi tradizionali.

Dopo aver rimosso eventuali ciottoli o corpi sporgenti, il fondo dello scavo deve essere spianato ricorrendo a letti di sabbia, pozzolana o altri inerti a granulometria molto fine. Qualora il materiale di risulta presenti caratteristiche analoghe a quelle dei materiali su citati, dovrà essere riutilizzato.

La matassa del monotubo di norma viene inserita su apposita bobina che, successivamente, ne consente lo svolgimento.

Prima di procedere alla posa, le teste dei tubi devono essere chiuse con gli appositi tappi.

Ultimata la preparazione del fondo dello scavo si procede alla posa del tritubo, disposto di norma in piano, secondo uno dei metodi e gli accorgimenti di seguito indicati:

a) Con bobina fissa

Questo sistema si utilizza in genere nei centri abitati dove la presenza di numerosi sottoservizi, normalmente, ne obbliga il sottopassaggio. La bobina viene collocata all'inizio dello scavo con l'asse di rotazione perpendicolare alla trincea e disposta in modo che il preformato plastico si svolga dal basso. In presenza di servizi trasversali, bisogna effettuare il sottopasso avendo cura di evitare strozzature o brusche piegature al monotubo in quanto potrebbero ostacolare la successiva posa del cavo; nel caso in cui il sottopasso risultasse particolarmente difficoltoso, si può effettuare il passaggio superiormente tenendo presente che il raggio di curvatura non deve mai essere inferiore a 80 cm.

Occorre disporre uno o più operatori presso la bobina per assicurare il corretto svolgimento ed altri lungo la trincea per controllare il regolare avanzamento soprattutto nelle curve e nei passaggi critici.

b) Con bobina mobile

Questo metodo si applica quando lo scavo è totalmente a cielo aperto, il fronte del medesimo è sufficientemente lungo e non vi sono servizi trasversali da sottopassare.

Si stende il monotubo/tritubo sul bordo dello scavo, possibilmente dal lato opposto a quello su cui è stata disposta la terra di risulta, quindi lo si colloca sul fondo dello scavo. Il cavidotto in ogni caso deve essere posato in pezzature della massima lunghezza possibile onde ridurre al minimo le giunzioni dello stesso.

Qualunque sia il metodo di posa usato, l'infrastruttura in tubo deve presentare un andamento rettilineo. Prima del rinterro devono essere corretti gli eventuali serpeggiamenti verificatisi durante la posa.

Qualora per la presenza di ostacoli sia necessario procedere alla piegatura del tritubo, bisogna fare in modo che il raggio di curvatura sia maggiore di 80 cm.

Per ogni tratta di monotubo da giuntare, nei casi in cui non siano previsti pozzetti, si devono lasciare le due teste con una ricchezza di sovrapposizione di circa 1 metro e chiuse con i relativi tappi.

8.12. GIUNZIONE DEL TRITUBO/MONOTUBO

La giunzione del tritubo/monotubo va effettuata qualche tempo dopo la posa, per avere la certezza che il tritubo/monotubo abbia raggiunto, nella sua sede, la configurazione definitiva.

La giunzione deve essere eseguita in modo da evitare gradini, sbavature di collanti, disassamenti, ecc. che aumenterebbero la resistenza al successivo tiro del cavo.

Le operazioni da eseguire sono:

1. per il tritubo, tagliare il setto di collegamento tra i tubi adiacenti del tritubo evitando di danneggiare i tubi medesimi;
2. tagliare ciascun tubo perpendicolarmente al proprio asse, in modo tale che i punti di giunzione dei singoli tubi risultino sfalsati tra di loro di circa 35 cm;
3. asportare dai bordi interni ed esterni dei tubi eventuali sbavature e residui delle operazioni di taglio;
4. pulire e rendere ruvida, con una spazzola metallica, la parte esterna del tubo per circa 20 cm;
5. infilare su una delle due estremità da giuntare, un canotto di accoppiamento con battuta interna autocentrante ed un manicotto termorestringente;
6. far scorrere, sopra le predette estremità, il canotto di accoppiamento centrandolo rispetto al punto di giunzione;
7. posizionare centralmente, rispetto al punto di giunzione, il manicotto termorestringente precedentemente inserito, quindi riscaldare fino al completo restringimento.

Qualora, specificatamente previsto in sede di progetto, la posa del cavo sia da effettuare mediante tecnologie con fluidi a pressione, oltre all'impiego di tubi aventi caratteristiche di tenuta pneumatica di 12,5 bar anche i manicotti di giunzione degli stessi dovranno rispondere a requisiti idonei a tale circostanza. Le modalità di messa in opera di tali accessori saranno definite ed illustrate su appositi e specifici fascicoli operativi.

In sintesi, il giunto dovrà garantire:

1. buona resistenza meccanica;
2. tenuta pneumatica tale da consentire eventuali pose con fluidi.

8.13. ATTRAVERSAMENTI STRADALI

Gli attraversamenti stradali, in presenza di vie di grande traffico ed in ogni caso nei tratti evidenziati dal progetto, devono essere costruiti con due o più tubi in PVC, aventi diametro di 180 mm o di 125 mm (in funzione del numero di monotubi: 1 o 3) e spessore adeguato, allettati con sabbia o simili salvo diverse disposizioni dell'Ente proprietario della strada. All'interno di uno dei tubi predisposti saranno alloggiati o un monotubo o una terna di monotubi.

Gli attraversamenti stradali devono sempre essere realizzati prevedendo un tubo di scorta.

I tubi posati per gli attraversamenti stradali dovranno, di norma, terminare all'esterno della carreggiata ed essere adeguatamente chiusi con tappi per conservarli dalle infiltrazioni di terriccio o corpi estranei; nel caso in cui sia prevista la presenza di pozzetti si dovrà evitare un'eccessiva differenza di quota tra tubi e pozzetti.

8.14. POSA DEL NASTRO DI SEGNALAZIONE

Durante la fase di rinterro, sulla verticale del monotubo e per tutta la sua lunghezza, deve essere posato a circa 30 cm dalla sommità dello scavo un nastro segnalatore con scritta "CAVO PER TLC IN FIBRA OTTICA". Il nastro deve comunque essere posizionato sopra ogni struttura di impianto (pozzetti interrati, ecc.).

8.15. POSA DEI POZZETTI

Le operazioni di installazione dei pozzetti si eseguono nel seguente modo:

1. si provvede all' esecuzione della buca che deve avere dimensioni leggermente superiori, circa 20 cm, a quelle esterne del pozzetto. Le pareti dello scavo devono essere quanto più possibile verticali e la profondità dello stesso deve essere tale che, una volta posato il pozzetto, i fori di ingresso risultino perfettamente allineati con i monotubi (Figura 13); ciò per evitare che durante la posa del cavo la fune di tiro danneggi i monotubi medesimi. Nel caso di pozzetto interrato, l'estradosso del coperchio deve risultare a non meno di 45 cm dal livello stradale; nel caso di pozzetto affiorante, il chiusino deve essere perfettamente a livello con la pavimentazione stradale;
2. eseguita la buca, si provvede a spianare e costipare il fondo dello scavo in modo da formare un piano di appoggio uniforme e ben livellato;
3. si procede, mediante gru o verricello, alla posa del pozzetto, prestando attenzione affinché lo stesso non subisca urti né provochi danni ad eventuali strutture esistenti, utilizzando gli appositi inserti di aggancio;
4. si provvede all' inserimento dei monotubi nel pozzetto ed al loro bloccaggio, lato esterno e lato interno, con malta cementizia. I singoli tubi dovranno essere distanziati orizzontalmente di circa 4 cm. I tubi dovranno sporgere all' interno del pozzetto per circa 30 cm per facilitare l'operazione di raccordo delle due parti qualora si procedesse alla posa del cavo con tecnica di fluido a pressione;
5. si esegue il rinterro dello scavo secondo le metodologie già evidenziate;
6. a posa effettuata, si provvede alla sigillatura con malta cementizia degli elementi di soprizzo del manufatto, procedendo poi all' asportazione di eventuali residui di lavorazione.

In relazione alle caratteristiche del sito di posa e del numero di monotubi, i pozzetti possono essere messi in opera completamente interrati o affioranti; in ogni caso la loro ubicazione sarà definita in sede di progetto.

Generalmente si ricorre alla posa interrata, in casi particolari e quando i pozzetti sono ubicati fuori dai centri abitati e su aree normalmente non pavimentate, affiorante, nei centri abitati, su aree pavimentate ed in tutti i casi in cui sia prevista la presenza del giunto.

I pozzetti devono essere installati con l'asse principale allineato all'asse rettilineo della tratta in modo da consentire un ottimale allineamento dei tritubi in entrata ed in uscita, tanto sul piano orizzontale quanto su quello verticale.

Nei tratti rettilinei, fuori dall' abitato ed in assenza dei giunti dei cavi o di altri vincoli tecnici, i pozzetti potranno essere posizionati ad intervalli di circa 750 m, in previsione di posa del cavo con tecnica manuale, di 1000-1500 m per la posa del cavo con la tecnica di fluido a pressione.

Nei centri abitati, il posizionamento dei pozzetti deve essere attentamente valutato in ambito progettuale affinché sia razionalmente adeguato a futuri sviluppi di rete ed è subordinato alla segmentazione del tracciato ed alle esigenze di distribuzione.

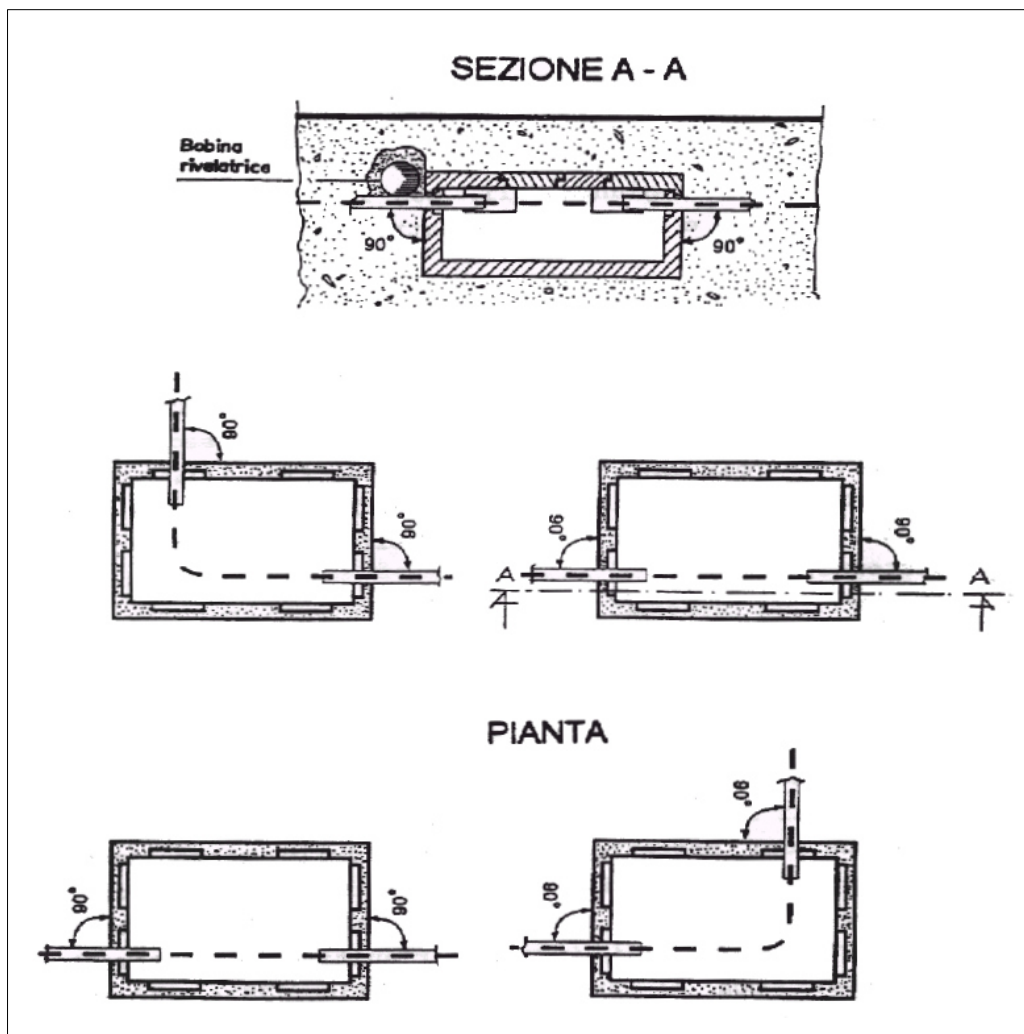


Figura 13: Esempi di inserimento di monotubi nei pozzetti.

8.15.1. Posa Affiorante in Terreno Vegetale

Il pozzetto in cls armato è costituito dall'elemento di base, con altezza globale, compreso il chiusino e il porta chiusino, tale da risultare affiorante.

Per la loro messa in opera si procederà preliminarmente allo scavo a sezione ristretta obbligata di dimensioni e profondità adeguate, comunque tali che, una volta posato il pozzetto, le asole di ingresso risultino perfettamente allineate con la polifora.

Il pozzetto deve essere sempre posato sull'asse della canalizzazione: quelli di dimensioni interne 220x170 e 125x80 cm interromperanno l'intera polifora, mentre in quello di dimensioni interne 90x70 cm sarà by-passato dal tritubo.

La posa prevede il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, il livellamento della base di scavo con eliminazione di asperità; la fornitura e posa di strato di ghiaino (granulometria intorno a 10 mm) dello spessore adeguato a rendere il pozzetto affiorante, e comunque non inferiore a 5 cm; la posa del manufatto perfettamente in piano, mediante l'uso degli appositi inserti di aggancio. La polifora sarà posata all'interno del manufatto utilizzando esclusivamente le apposite asole predisposte, ad una distanza di circa 20 cm dalla base interna del pozzetto; sarà bloccata con malta

cementizia sia nel lato interno, sia in quello esterno. I tubi dovranno sporgere di circa 10 cm all'interno del manufatto.

Il pozzetto dovrà essere affiorante; l'allineamento con il piano di calpestio sarà garantito eventualmente aggiungendo gli anelli di sopralzo, sigillati con malta cementizia. Le pareti saranno perfettamente stuccate e lisciate, sia in corrispondenza dell'ingresso dei tubi, sia tra gli elementi del pozzetto stesso. Le pareti laterali saranno rinfiancate esternamente con materiale di risulta, adeguatamente selezionato e compattato. Il foro di scolo alla base del pozzetto dovrà essere libero.

Il chiusino da fornire in opera deve rispondere alle indicazioni della Norma UNI EN 124, in particolare, sarà in ghisa sferoidale, di classe D 400 e carico di rottura pari a 400 kN.

Nel caso in cui il pozzetto debba essere inserito affiancato ad uno esistente, (come in prossimità di shelter, centrali TLC, o pozzetti di altri servizi) occorre realizzare la foratura del pozzetto adiacente per il passaggio della condotta, con successiva stuccatura da eseguire a regola d'arte.

8.15.2. Posa Affiorante in Presenza di Pavimentazione Bituminosa

Il pozzetto in cls armato è costituito dall'elemento di base, con altezza globale, compreso il chiusino e il porta chiusino tale da risultare affiorante.

Deve essere prevista la demolizione del manto superficiale e successivo scavo a sezione ristretta obbligata di dimensioni e profondità adeguate e comunque tale che, una volta posato il pozzetto, le asole di ingresso risultino perfettamente allineate con la polifora.

Il pozzetto deve essere sempre posato sull'asse della canalizzazione: quelli di dimensioni interne 220x170 e 125x80 cm interromperanno l'intera polifora, mentre in quello di dimensioni interne 90x70 cm sarà by-passato dal tritubo.

La posa prevede il trasporto a rifiuto del materiale di risulta; il livellamento della base di scavo ed eliminazione di asperità; la fornitura e posa di strato di ghiaio (granulometria intorno a 10 mm) dello spessore adeguato a rendere il pozzetto affiorante e comunque non inferiore a 5 cm; la posa del manufatto perfettamente in piano, mediante l'uso degli appositi inserti di aggancio. I tubi saranno posati all'interno del manufatto utilizzando esclusivamente le apposite asole predisposte, ad una distanza di circa 20 cm dalla base interna del pozzetto; saranno bloccati con malta cementizia sia nel lato interno, sia in quello esterno. I tubi dovranno sporgere di circa 10 cm all'interno del manufatto.

Il pozzetto dovrà essere affiorante; l'allineamento con il piano di calpestio sarà garantito eventualmente aggiungendo gli anelli di sopralzo, sigillati con malta cementizia. Le pareti saranno perfettamente stuccate e lisciate, sia in corrispondenza dell'ingresso dei tubi, sia tra gli elementi del pozzetto stesso. Il foro di scolo alla base del pozzetto dovrà essere libero.

8.16. POSA DELLE BOBINE RIVELATRICI

Allo scopo di garantire una facile individuazione dei pozzetti interrati, saranno impiegate delle bobine rivelatrici a risonanza (Marker).

Le bobine devono essere posizionate all' esterno dei pozzetti, sopra i monotubi, a ridosso della parete corta dal lato di ingresso dell' alimentazione e ad una profondità di circa 80 cm dal piano stradale anche nei casi in cui i monotubi sono posti ad una profondità maggiore di quella normale. Inoltre:

1. occorre evitare l'interposizione di eventuali strutture o corpi metallici tra il Marker ed il piano di calpestio;
2. la bobina deve essere protetta annegandola in uno strato di sabbia o terra vagliata di alcuni centimetri.

8.17. POSA DEL CORDINO PILOTA E CHIUSURA DEI FORI DEL TRITUBO

In tutti i fori dei monotubi devono essere predisposti i cordini di nylon da 3-4 mm di diametro, necessari per la successiva posa della fune di tiro del cavo, fatta eccezione per tutti i casi in cui la posa del cavo è prevista con tecnica di fluido a pressione.

Il cordino viene spinto all'interno del foro mediante un sistema pneumatico.

Dopo aver fatto "riposare" il cordino per consentirgli di riacquistare le sue caratteristiche originali, si procede alla chiusura dei fori mediante i tappi ad espansione per evitare l'ingresso di roditori, acqua, fango ed altri corpi estranei che ostacolerebbero le future operazioni di posa del cavo.

Prima di tappare i fori, bisogna legare il cordino all'asola presente sull'estremità del tappo, avendo l'accortezza di lasciare all'interno del foro medesimo una sufficiente ricchezza.

9. NORME GENERALI SU DISFACIMENTI, SCAVI E RISPRISTINI

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

- attenersi alle norme, ai regolamenti, ed alle disposizioni degli Enti per quanto concerne la richiesta dei permessi, i periodi consentiti per l'apertura degli scavi, i ripristini della pavimentazione, ecc;
- rispettare le Normative nazionali e locali vigenti in materia di tutela ambientale, paesaggistica, ecologica, architettonico-monumentale e di vincolo idrogeologico;
- rispettare, nelle interferenze con altri servizi, le prescrizioni stabilite dalla Norma Tecnica n° 5;
- collocare in posizione ben visibile gli sbarramenti protettivi e tutte le segnalazioni stradali previsti dalle Leggi o dagli Enti interessati;
- assicurare la continuità della circolazione stradale con mezzi idonei (impianti semaforici o apposito personale) e mantenere la disponibilità dei transiti e degli accessi carrai e pedonali;
- organizzare il lavoro in modo da tenere occupata la sede stradale il minor tempo possibile;
- segnalare immediatamente, alla Società ed ai terzi proprietari, eventuali danni provocati a condutture o servizi presenti nel sottosuolo;
- rilevare la posizione di cippi o segnaletica stradale, per assicurare la loro precisa rimessa in sito.

9.1.1. Disfacimento delle pavimentazioni

Prima di iniziare il disfacimento delle pavimentazioni stradali, si deve, come citato nel precedente paragrafo, rilevare la posizione di cippi, segnali indicatori, termini di proprietà, segnaletica orizzontale, ecc., onde poter assicurare, durante i successivi ripristini, la loro precisa rimessa in sito.

I disfacimenti devono essere limitati alla superficie strettamente indispensabile per l'esecuzione degli scavi in modo da ridurre al minimo gli oneri per i ripristini, assicurando inoltre la massima riutilizzabilità degli elementi della pavimentazione

rimossa. In particolare i materiali reimpiegabili devono essere accatastati con ordine ai bordi dello scavo, salvo diversa disposizione dell'Ente proprietario, in posizione tale da non impedire o intralciare l'esecuzione dei lavori successivi ed in modo da non ostacolare la circolazione stradale.

In presenza di macadam bitumato, conglomerato bituminoso, asfalto, pavimentazioni in calcestruzzo o simili, prima di procedere al disfaccimento, nel caso si faccia uso di mezzi meccanici tradizionali, si devono eseguire profonde incisioni nella pavimentazione in modo da provocare tagli quanto più netti e contenuti possibile.

Nel caso di massicciate in calcestruzzo o pavimentazioni particolari, può essere conveniente eseguire brevi tratti di scavo in galleria alternati a tratti a cielo aperto, senza cioè operare la totale demolizione delle massicciate in calcestruzzo.

9.1.2. Scavi

Nell' esecuzione degli scavi si devono osservare le presenti prescrizioni:

- nel realizzare trincee, eventualmente, profonde più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che si procede con lo scavo, all' applicazione delle necessarie armature di sostegno. Tale accorgimento deve essere adottato anche per scavi su roccia, qualora quest'ultima sia di tipo friabile o presenti pericolo di distacchi;
- attenersi alle norme fissate dai regolamenti e dalle disposizioni degli Enti interessati per quanto riguarda la richiesta dei permessi ed i periodi consentiti per l' apertura degli scavi;
- collocare, in posizione ben visibile, gli sbarramenti protettivi e le segnalazioni stradali previste dagli Enti interessati e dalle Leggi e Normative vigenti;
- se lo scavo deve rimanere aperto o la sede stradale restare comunque ingombra nelle ore notturne o in condizioni di scarsa visibilità, le segnalazioni devono essere integrate da dispositivi luminosi di colore, forma e dimensioni conformi a quanto previsto dai regolamenti in vigore. Le stesse devono essere visibili a sufficiente distanza;
- il materiale di risulta, se non è richiesta l'asportazione e lo smaltimento alle pubbliche discariche, deve essere ammassato regolarmente lungo uno dei bordi della trincea in modo da lasciare libero l' altro per le operazioni di posa dei tritubi e/o tubi. Quando possibile, tra il bordo della trincea e l'argine formato dal materiale di risulta, deve rimanere libera una banchina praticabile. E' comunque vietato costituire depositi di materiale in prossimità del ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano indispensabili per le condizioni di lavoro, si deve provvedere alle opportune opere di puntellatura;
- gli attraversamenti stradali, quando non sia stata autorizzata la chiusura al traffico, devono essere condotti in modo tale che rimanga sempre disponibile, per la circolazione del traffico, una sufficiente porzione della sede stradale;
- devono sempre essere assicurati i transiti e gli accessi carrai e pedonali ricorrendo, alla bisogna, a strutture provvisorie che garantiscano le condizioni di sicurezza richieste;
- eventuali danni provocati a condutture o servizi, presenti nel sottosuolo, devono essere immediatamente segnalati ai rispettivi proprietari ed alla Direzione Lavori della Società;

- per scavi in forte pendenza si devono lasciare diaframmi di terra che impediscano all' acqua di percorrere tutta la trincea; questi diaframmi devono essere demoliti al momento della posa delle infrastrutture;
- la larghezza dello scavo e l' inclinazione delle sue pareti, rispetto alla verticale, devono essere ridotte al minimo, compatibilmente con la natura del terreno. Per scavi molto profondi o per terreni particolarmente cedevoli è preferibile armare le pareti dello scavo piuttosto che aumentare l'inclinazione delle stesse;
- qualora il tracciato di posa si sviluppi fuori dalle pertinenze stradali (terreni agricoli) la profondità della trincea dovrà essere tale da garantire le sufficienti condizioni di sicurezza dei cavi (≥ 120 cm); in tali casi, allo scopo di evitare il danneggiamento del nastro di segnalazione durante i lavori agricoli, il nastro stesso dovrà essere posato 30 cm superiormente ai tubi;
- il fronte della trincea dovrà essere il più lungo possibile, compatibilmente con i permessi di scavo, per consentire una più ampia rilevazione di eventuali ostacoli e conseguentemente il loro superamento;
- la profondità dello scavo deve essere mantenuta il più possibile costante in modo da evitare bruschi cambi di pendenza;
- il fondo dello scavo (tranne che nel caso di scavo in minitrincea) deve essere accuratamente spianato e privo di sassi o spuntoni. Prima della posa dei tritubi, monotubi o tubi PVC, è necessario predisporre sul fondo della trincea un letto di sabbia dello spessore di 5-10 cm; in alternativa possono essere impiegati pozzolana o altri inerti a granulometria molto fine; qualora il materiale di risulta presenti caratteristiche analoghe a quelle dei materiali sopra citati dovrà, ovviamente, essere riutilizzato;
- l'eventuale presenza di acqua nel terreno, durante le operazioni di scavo, deve essere eliminata con l'impiego di pompe; nel caso, particolarmente eccezionale, di terreni acquitrinosi, può essere conveniente abbassare la falda mediante sonde infisse parallelamente allo scavo e collegate a pompe aspiranti.

9.1.3. Mezzi per l'esecuzione degli scavi

Lo scavo può essere eseguito mediante:

1. escavatori e pale meccaniche, gommati o cingolati, mezzi meccanici a percussione alimentati da compressori silenziati;
2. piccone, vanga, mazzaranga, ecc. nel caso di imposizione da parte degli Enti o di particolari situazioni contingenti ed ambientali oppure in vicinanza di impianti esistenti o altri servizi o, in ogni caso, in presenza di un sottosuolo particolarmente affollato;
3. catenarie, frese, city trencher e perforatori sotterranei.

Ogni qualvolta il tracciato lo consenta, dovrà essere data preferenza per l'esecuzione degli scavi ai mezzi speciali sopra menzionati (catenaria, fresa, city trencher, perforatori, ecc.). L'opportunità del loro impiego dovrà essere determinata dall'esame della natura del terreno e della situazione dei servizi esistenti tramite indagini preventive di georeferenziazione ed il supporto della documentazione cartografica degli Enti titolari dei servizi o delle strade.

9.1.4. Scavi con mezzi speciali

I mezzi speciali più comunemente utilizzati sono:

1. catenaria;
2. fresa;

3. city trencher;
4. microtunnelling.

L'impiego di mezzi speciali, come precedentemente detto, è subordinato alla natura del terreno ed alla presenza di servizi nel sottosuolo. Si rende pertanto necessaria l'indagine, mediante l'utilizzo di idonei mezzi, per l'introspezione del sottosuolo come definito nella Norma Tecnica n° 4 – Impiego del georadar (Explorer).

Gli scavi realizzati con le macchine sopra citate consentono una più rapida esecuzione delle opere, un minor impatto ambientale ed una considerevole riduzione dei costi delle opere di riempimento degli scavi e di ripristino delle pavimentazioni manomesse.

a) Catenaria

Per questa macchina esistono più versioni, con braccio centrale oppure laterale, cingolato o gommato.

La catenaria può essere equipaggiata con taglienti di diverse misure per soddisfare le esigenze di larghezza di scavo che, normalmente, vanno da 27 a 40 cm.

L'impiego della catenaria è particolarmente indicato in presenza di terreni mediamente compatti, come ad esempio vegetali, misti a sabbia, tufo tenero ecc.

Le operazioni di rinterro vanno eseguite di norma secondo le metodologie previste per gli scavi effettuati con i mezzi meccanici tradizionali.

b) Fresa

Esistono più tipi di frese, gommate o cingolate, con disco centrale o laterale (sinistro-destro) adattabile alle diverse tipologie del tracciato.

Gli scavi eseguiti con fresa devono avere una larghezza, mediamente, di 20-30 cm e possono raggiungere una profondità di 90 cm circa; il suo impiego è particolarmente conveniente in presenza di terreni di natura molto compatta quali ad esempio roccia, tufo e terreno gelato.

Particolare cura deve essere posta nelle operazioni di rinterro che deve essere realizzato con materiale arido a granulometria fine quale sabbia, pietrisco e simili; nel caso in cui il materiale risulta presente tali caratteristiche può e deve essere riutilizzato.

c) City trencher

Va tenuto in particolare considerazione, in fase di progetto, l'impiego della tecnologia di posa in mini-trincea da prevedere ogni qualvolta le condizioni ambientali, strutturali e gli Enti titolari delle strade la permettono.

Con il termine di mini-trincea si intende la realizzazione di uno scavo, avente larghezza 12 cm e profondità di circa 40 cm, con l'ausilio di una macchina definita **city trencher**.

Il city trencher è una mini fresa cingolata con disco di taglio di dimensioni ridotte particolarmente indicata per tracciati urbani.

All'interno dello scavo, opportunamente pulito ed asciugato dalla macchina medesima, si possono adagiare fino ad un massimo di 6 tubi in polietilene (PE) di diametro esterno di 50 mm annegati in una colata in calcestruzzo, sabbia o stabilizzati a granulometria fine fino a 8-10 cm dal piano di rotolamento o calpestio; il cassonetto così ricavato dovrà essere riempito con una stesa di binder chiuso previa applicazione di opportuno collante bituminoso sui bordi del solco e successivo bloccaggio dei giunti con idoneo sigillante plastico.

I vantaggi, rispetto all'utilizzo di tecnologie tradizionali, sono rappresentati dalla rapidità di installazione, dal contenimento dei costi tanto per la costruzione dell'infrastruttura quanto per l'esecuzione dei ripristini, dalla notevole riduzione dell'impatto ambientale e sul traffico ed infine dalle elevate condizioni di sicurezza per gli operatori di cantiere, realizzando al tempo stesso un'opera solida e sicura.

d) Perforazioni orizzontali guidate

Qualora non sia possibile eseguire gli scavi a cielo aperto occorre riferirsi a tecniche di scavo alternative quali microtunnelling (mini gallerie) ad andamento non necessariamente rettilineo e con partenza anche dalla superficie.

Il diametro e la lunghezza delle sopra citate mini gallerie sono subordinati al tipo di mezzo impiegato, mentre la scelta del tipo di macchina è correlato alla natura del terreno ed alla tipologia del tracciato di posa.

Per quanto riguarda la natura del terreno esistono diverse tipologie di macchine perforatrici il cui utilizzo va diversificato per terreni vegetali, di media durezza o in presenza di roccia.

Tali mezzi possono operare sia per la costruzione di attraversamenti di strade, ferrovie, fiumi, ecc., sia per la perforazione longitudinale di tratte intervallate da eventuali pozzetti.

Per maggiori dettagli ed approfondimenti, si rimanda alla consultazione della Norma Tecnica n° 5 – Perforazioni orizzontali guidate.

9.1.5. Rinterri e ripristini

Per rinterro e ripristino si intendono le operazioni di riempimento degli scavi effettuati, in tutto o in parte, con materiale di risulta, sabbia, materiale inerte, stabilizzato o conglomerati in calcestruzzo e di rigenerazione delle pavimentazioni manomesse con conglomerati bituminosi, asfalti o selciati secondo dimensioni e tecniche di posa previste nei disciplinari di concessione o nulla-osta.

Il fondo dello scavo (tranne che nel caso di scavo in minitrincea) deve essere accuratamente spianato e privato da sassi e spuntoni. La posa dei tubi, monotubi o tritubi deve essere effettuata su un letto di sabbia, pozzolana o altri inerti a granulometria molto fine, avente uno spessore di 5 cm, preventivamente predisposto. Lo stesso materiale deve essere usato per l'annegamento del pacco tubi in modo da essere rivestito con uno spessore non inferiore ai 5 cm per lato.

Qualora il materiale estratto dallo scavo presenti le medesime caratteristiche di quelle sopra citate dovrà, ovviamente, essere riutilizzato.

Salvo diversa disposizione dell'Ente proprietario della strada ed al fine di evitare successivi cedimenti, nonché di rigenerare nel modo più omogeneo possibile il terreno scavato, il materiale di rinterro, sia esso terra proveniente dallo scavo sia materiale inerte riportato, deve essere accuratamente costipato in strati successivi da circa 40-50 cm con mezzi meccanici idonei come vibrocostipatori o compattatori.

Qualora la parte superiore dello scavo debba essere riempita con conglomerati in calcestruzzo e/o bituminosi e tale operazione, su richiesta dell'Ente titolare della strada, non debba essere effettuata immediatamente, il riempimento dello scavo deve essere realizzato fino al livello del piano stradale, con terra di risulta o inerti opportunamente costipati avendo l'accortezza di usare per lo strato superiore materiale a granulometria fine e particolarmente legante per evitare avvallamenti o rilievi pericolosi per la pubblica incolumità.

Il successivo riempimento, definito ripristino di sottofondo, della parte superiore deve avvenire previa realizzazione di un cassonetto avente profondità conforme a

quanto richiesto dall'Ente, trasporto del materiale eccedente alle pubbliche discariche e successiva stesa degli strati di conglomerato cementizio o bituminoso opportunamente rullati o compressi.

Va ricordato che durante la fase di rinterro, sopra l'infrastruttura e per tutta la sua lunghezza, a circa 30 cm dal piano viabile si deve stendere il nastro segnalatore con preventiva costipazione e livellamento della sede di posa.

Il ripristino definitivo mediante la stesa del tappetino o manto di usura in asfalto, secondo spessori, larghezze e modalità di messa in opera (a sormonto o con scarificazione) stabilite dai disciplinari, non dovrà avvenire in periodi freddi o particolarmente piovosi e comunque non prima di un adeguato periodo di tempo dai rinterri onde consentire l'ulteriore assestamento.

Il ripristino di pavimentazioni in selciati, acciottolati o beolati, posati su letto di magrone, può essere lavorato in tempi più ravvicinati.

Va inoltre ricordato che il materiale ricavato dalla fresatura di manti di usura in asfalto nonché di sottofondi in macadam bitumato, tout venant bitumato o calcestruzzo è assimilabile al macinato di frantoio e, pertanto, è ammesso riutilizzarlo in sede di riempimento dello scavo.

Contestualmente al riempimento degli scavi eventualmente eseguiti sulle rampe del corpo stradale l'Impresa provvederà al ripristino del rivestimento delle medesime con terreno vegetale dello spessore minimo di cm 20. Spetterà all'Impresa riparare con terreno vegetale le eventuali erosioni provocate prima del rivestimento a verde curando l'esatta profilatura dei cigli e mantenendo alla scarpata l'inclinazione prescritta.

10. CONGLOMERATI BITUMINOSI

Per quanto attiene le caratteristiche dei conglomerati bituminosi da utilizzare nei ripristini, come pure le modalità di posa, si rimanda alle Norme Tecniche allegare al Capitolato speciale d'appalto in uso presso il Servizio Opere Stradali della Provincia Autonoma di Trento.

11. SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per quanto attiene le modalità di realizzazione della segnaletica orizzontale, come pure le caratteristiche dei materiali utilizzati, si rimanda alle Norme Tecniche allegare al Capitolato speciale d'appalto in uso presso il Servizio Opere Stradali della Provincia Autonoma di Trento.

2. NORME TECNICHE GEORADAR

Indice

1. AVVERTENZE	59
2. GENERALITÀ 59	
2.1. SCOPO ED APPLICABILITÀ DEL DOCUMENTO	59
2.2. STRUTTURA DEL DOCUMENTO	59
3. STRUMENTAZIONE DA IMPIEGARE	59
3.1. PREMessa	59
3.2. COMPOSIZIONE DEL SISTEMA.....	59
3.2.1. DISPOSITIVI PER IL RILIEVO DEI DATI	60
3.2.2. APPARATI PER LA ELABORAZIONE DATI RADAR.....	60
3.2.3. APPARATI PER LA RESTITUZIONE DEI RISULTATI.....	61
4. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI	61
4.1. PREMessa	61
4.2. ATTIVITÀ PRELIMINARI.....	62
4.2.1. DEFINIZIONE DELL'IMPIANTO E DEL REQUISITO DELLA INDAGINE	62
4.2.2. ACQUISIZIONE DI INFORMAZIONI PRELIMINARI.....	62
4.3. ATTIVITÀ DI RILIEVO RADAR	63
4.3.1. SEQUENZA DELLE OPERAZIONI CAMPALI	63
4.3.2. DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO	63
4.3.3. ESECUZIONE DELLE SCANSIONI RADAR.....	64
4.3.4. INDAGINI IN ABITATO COPERTURA DETTAGLIATA.....	64
4.3.5. INDAGINI FUORI ABITATO: COPERTURA RIDOTTA	64
4.3.6. RICERCA DEI SERVIZI TRASVERSALI: SCANSIONI LONGITUDINALI	65
4.3.7. RICERCA DEI SERVIZI LONGITUDINALI: SCANSIONI TRASVERSALI	65
5. RESTITUZIONE DEI RISULTATI DELL'INDAGINE	66
5.1. INTRODUZIONE	66
5.2. RELAZIONE TECNICA	66
5.3. ALLEGATO CARTOGRAFICO	67
5.3.1. PLANIMETRIA DI INSIEME	67
5.3.2. PLANIMETRIE DI DETTAGLIO E PLANIMETRIA SCHEMATICA	68
6. PRESTAZIONI DELL'INDAGINE RADAR	68
6.1. DETEZIONE	68
6.2. LOCALIZZAZIONE VERTICALE.....	69
6.3. LOCALIZZAZIONE ORIZZONTALE.....	69
7. CARATTERISTICHE DEL RADAR PER INTROSPEZIONE DEL SUOLO	69
7.1. CARATTERISTICHE	69
7.2. COMPOSIZIONE.....	70
7.3. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	70
7.4. PROPAGAZIONE.....	71
7.4.1. RIFLESSIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE.....	71
7.4.2. ATTENUAZIONE DELL'ONDA ELETTROMAGNETICA	71
7.4.3. PENETRAZIONE DELL'ONDA ELETTROMAGNETICA	72
7.4.4. VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE	72
7.5. ASPETTI OPERATIVI	72

AVVERTENZE

La presente norma tecnica fornisce le indicazioni necessarie alla:

- conduzione di indagini radar atte al rilievo di servizi e manufatti presenti nel sottosuolo;
- preliminari ad opere di posa di infrastrutture e cavi interrati sia con tecniche di scavo a cielo aperto, sia con tecnica no-dig.

A scopo illustrativo la presente norma contiene anche una descrizione delle tecniche radar e del loro impiego nell'applicazione specifica.

12. GENERALITÀ

12.1. SCOPO ED APPLICABILITÀ DEL DOCUMENTO

Questo documento si propone di definire:

- gli standard di qualità da seguire nella esecuzione ed interpretazione dei rilievi;
- le prestazioni minime richieste.

Il presente documento è applicabile sia per l'individuazione di impianti di rete in ambiente urbano, sia per quelli in ambiente extra urbano.

In entrambi i casi, in dipendenza dal tipo di prestazione richiesta, sono ipotizzabili diverse tipologie di indagine:

- una fascia di indagine della larghezza da 1 a 3 metri (che può aumentare secondo le necessità);
- mappatura di servizi ad una profondità di indagine che può variare dai 50 ai 200 cm a seconda del tipo di scavo che ne consegue.

Finalizzate a successive attività di scavo o all'archiviazione (mappe semplificate o tavole CAD) dei dati riguardanti la rete del sottosuolo.

12.2. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Il presente documento è suddiviso in sei capitoli; i primi due sono introduttivi, ed hanno lo scopo di illustrare le finalità dell'indagine radar, nonché il campo di applicazione e lo scopo del presente documento.

13. STRUMENTAZIONE DA IMPIEGARE

13.1. PREMESSA

La strumentazione da impiegare deve essere di moderna generazione, e comprendere tutti gli accorgimenti, tecnologie e strumenti necessari per il raggiungimento dei migliori risultati.

13.2. COMPOSIZIONE DEL SISTEMA

Il radar per introspezione del suolo è di norma costituito da:

- dispositivo per il rilievo dei dati:
 - array di antenne;
 - apparato di acquisizione dati.

Il sistema di introspezione si completa con i seguenti dispositivi:

- apparati per la elaborazione dei dati radar;
- apparati per la restituzione dei risultati.

13.2.1. DISPOSITIVI PER IL RILIEVO DEI DATI

13.2.1.1. ARRAY DI ANTENNE

Allo scopo di rendere massima la capacità di acquisire informazioni relative al sottosuolo deve essere utilizzato un array di antenne; le prestazioni peculiari consentite da tale soluzione sono:

- incremento alla capacità di detezione;
- diminuzione di falsi allarmi;
- capacità di risolvere geometrie complesse.

Devono essere utilizzate frequenze di lavoro nella gamma 400-1600 MHz, in dipendenza del tipo di applicazione e della profondità di penetrazione richiesta.

La modalità di selezione è, di norma, la seguente:

- si utilizzano sensori di alta frequenza (antenne a 1600 MHz) disposti in un array di antenne nella fascia da 0 a 50÷70 cm;
- si utilizzano sensori di media frequenza (antenne da 400 MHz e/o antenne da 600 MHz) disposti in un array di antenne nella fascia da 5÷15 a 180÷200 cm.

Deve essere utilizzato un dispositivo solidale all'array, in grado di misurare con risoluzione adeguata l'avanzamento della struttura; tale dispositivo è costituito da una ruota metrica.

13.2.1.2. APPARATI DI ACQUISIZIONE DATI

Gli apparati di acquisizione dati devono prevedere una acquisizione ed una elaborazione digitale dei dati radar.

In particolare possono essere svolte le seguenti funzioni:

- alta frequenza (1600 MHz):
 - acquisizione di 4 sezioni tipo monostatico*;
 - acquisizione di ulteriori 3 sezioni tipo bistatico*;
- media frequenza (400-600 MHz):
 - acquisizione di 3 sezioni tipo monostatico;
 - acquisizione di ulteriori 2 sezioni tipo bistatico.

13.2.2. APPARATI PER LA ELABORAZIONE DATI RADAR

Gli apparati di elaborazione dati devono fornire tutti gli strumenti necessari alla elaborazione, visualizzazione ed interpretazione dei dati radar, con lo scopo di estrarre le informazioni di interesse.

Essi devono consentire di effettuare le comuni operazioni di filtraggio, equalizzazione del guadagno, visualizzazione su opportune scale di colori, ecc.

In particolare, al fine di ottenere una elevata qualità dei risultati, sono previste le seguenti funzioni:

- equalizzazione del guadagno;
- stima della velocità di propagazione;
- determinazione dello zero nelle sezioni;

**monostatico (trasmette e riceve la stessa antenna)*

**bistatico (trasmette una antenna e riceve quella adiacente)*

- loro allineamento sui vari canali e possibilità di visualizzazione contemporanea;
- automatizzazione della fornitura delle informazioni, di carattere tecnico, di:
 - identificazione e disposizione dei profili radar eseguiti;
 - profondità di penetrazione;
 - utilizzo di un data base per la gestione dei dati radar.

13.2.3. APPARATI PER LA RESTITUZIONE DEI RISULTATI

Gli apparati per la restituzione dei risultati devono fornire tutti gli strumenti necessari alla produzione dei risultati, in termini di:

- elaborazione e stampa di elaborazioni tecniche;
- elaborazione e stampa di relazioni cartografiche;
- restituzione su supporto magnetico e/o cartaceo.

Per la elaborazione e stampa di relazioni tecniche sono utilizzati comuni strumenti informatici per la elaborazione e stampa di testi, con la possibilità di stampa di sezioni radar in bianco e nero ed a colori.

Per la elaborazione e stampa di relazioni cartografiche vengono utilizzati due sistemi a seconda delle esigenze:

- Strumento C.A.D. e dispositivi di stampa a colori (stampanti o plotter) con dimensioni del formato di stampa superiore o uguale all'A3.
- Mappe semplificate, ovvero la rappresentazione semplificata dei sottoservizi, secondo un sistema di riferimento cartesiano, con indicazione delle relative profondità, in formato di stampa A4.

Il trasferimento in cartografia dei risultati della elaborazione dei dati radar (coordinate e profondità dei servizi) è automatizzato con l'ausilio di opportuni strumenti software; non è ammesso il trasferimento manuale di tali informazioni.

14. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI

14.1. PREMESSA

Di norma le modalità di esecuzione delle indagini sono le seguenti:

Attività preliminari:

- definizione dell'area da indagare e della profondità d'ispezione;
- acquisizione di informazioni preliminari.

Attività di rilievo radar:

- definizione del sistema di riferimento;
- scansioni longitudinali;
- scansioni trasversali.

Attività di elaborazione:

- elaborazione dei dati radar;
- creazione tavole in formato CAD e/o creazione di Mappe semplificate;
- archiviazione dati.

14.2. ATTIVITÀ PRELIMINARI

14.2.1. DEFINIZIONE DELL'IMPIANTO E DEL REQUISITO DELLA INDAGINE

Prima dell'inizio dei lavori devono essere raccolte le seguenti informazioni:

- definizione dell'impianto e del tipo di intervento;
- chiara identificazione del sito che poi sarà sede di indagine (Città, via/e o piazza/e);
- tracciato di indagine e profondità di indagine richiesti;
- definizione del requisito della indagine:
 - chiara identificazione delle normative e documenti di riferimento;
 - eventuali requisiti aggiuntivi o opzionali; per esempio:
 - richiesta di fascia di indagine superiore a quella prevista;
 - zone particolari dove l'indagine deve essere maggiormente approfondita;
 - ogni requisito e richiesta aggiuntiva della Società.

14.2.2. ACQUISIZIONE DI INFORMAZIONI PRELIMINARI

Prima dell'inizio dell'attività di esplorazione radar la Ditta affidataria deve provvedere a raccogliere tutte le informazioni utili alla esecuzione della indagine, con particolare riferimento agli elementi cartografici, alle infrastrutture sotterranee ed alle caratteristiche litologiche del sito.

Nella acquisizione delle informazioni preliminari, si deve tenere conto del fatto che le condutture del gas costituiscono, in caso di danneggiamento, una grave fonte di rischio di esplosione.

Quindi devono sempre essere reperite con la massima cura le informazioni relative alla presenza e ubicazione di condutture del gas.

Le informazioni cartografiche, storiche, litologiche, ed archeologiche potranno essere reperite dalle seguenti fonti:

- aereo fotogrammetria;
- piante stradali;
- piante delle gallerie Pubblici Servizi e Cunicoli;
- piante delle Fognature;
- dati in possesso dei singoli gestori erogatori;
- dati storici relativi a preesistenze archeologiche;
- ogni informazione reperibile in merito alla geologia del sito;
- esiti di eventuali carotaggi o sondaggi di altro tipo già condotti.

Le informazioni relative alla rete di sotto servizi, alle infrastrutture sotterranee ed alle caratteristiche litologiche potranno essere reperite mediante:

- rilievo con il cerca servizi;
- apertura ed ispezione dei tombini;
- rilievo di quanto osservabile in merito ai manufatti sotterranei del sito;
- rilievo di quanto osservabile in merito alla litologia del sito;
- rilievo di armadietti, caditoie, chiusini ed altri elementi collegati a sotto servizi;
- dovrà essere inoltre realizzata la cartografia di riferimento mediante le seguenti operazioni:

- rilievo e realizzazione della cartografia di base;
- realizzazione della cartografia tecnica (ovvero inserimento nella cartografia di base di tutti gli elementi emersi nel corso della ricerca sulle preesistenze conosciute di cui ai punti precedenti).

14.3. ATTIVITÀ DI RILIEVO RADAR

14.3.1. SEQUENZA DELLE OPERAZIONI CAMPALI

La sequenza delle operazioni campali comprende i seguenti passi:

- rilievo cartografico, laddove richiesto; se non richiesto verifica ed eventuale correzione della cartografia disponibile;
- definizione del sistema di riferimento;
- rilievo geologico ed eventuali tarature ai tombini;
- integrazione della cartografia con elementi tecnici di interesse (tombini, armadietti ecc.);
- esecuzione di scansioni longitudinali e trasversali per ricerca di servizi;
- verifica della profondità di penetrazione raggiunta.

I rilievi non devono costituire, per quanto possibile, intralcio al traffico veicolare.

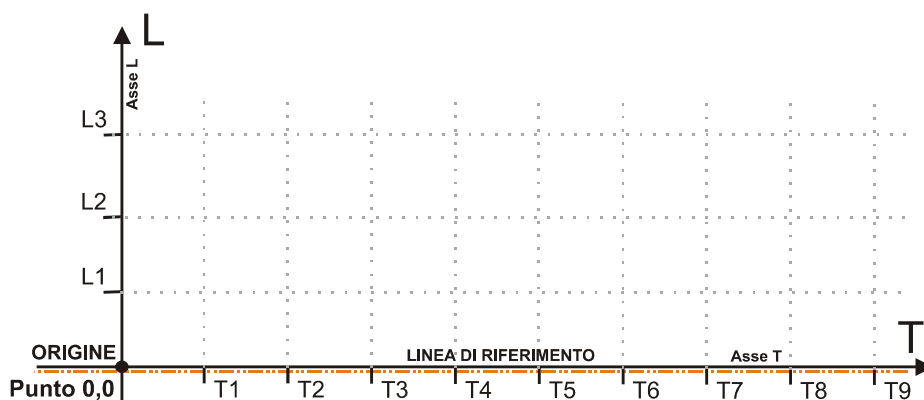
14.3.2. DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO

Come illustrato in Figura, il sistema di riferimento da utilizzare sulle sedi stradali è costituito da:

- un punto di zero (riferimento di partenza per le progressive trasversali e longitudinali); deve essere un elemento topografico noto e ricostruibile (p.e. uno spigolo di palazzi, un angolo di un marciapiede, ecc.);
- una linea di riferimento, deve corrispondere ad elementi topografici noti e ricostruibile (p.e. profilo fabbricati o recinzioni, bordo marciapiede, limite carreggiata ecc.). Insieme al punto di zero, costituisce l'elemento di partenza per la misura di tutte le coordinate del sito; di norma la linea di riferimento segue la direzione di sviluppo della strada.

Si definiscono inoltre:

- asse T, passante per il punto zero e coincidente con la linea di riferimento;
- asse L, passante per il punto di zero e ortogonale alla linea di riferimento;
- progressiva trasversale: è la coordinata, misurata a partire dal punto di zero, lungo l'asse T;
- progressiva longitudinale: è la coordinata, misurata a partire dalla linea di riferimento, lungo l'asse L.



Una volta definito il sistema di riferimento si devono materializzare sul sito le progressive trasversali; di norma con un passo di 10 metri, e comunque con un passo inferiore o uguale quello dei marker di posizione.

La misura e materializzazione delle progressive trasversali deve essere effettuata con la massima cura, in modo da non degradare le prestazioni di precisione di localizzazione dell'indagine.

Allo scopo di ottenere tale risultato con tecniche di misura rapide ed economiche, si consiglia di individuare e riportare in mappa un punto di riferimento (ossia un elemento topografico noto e ricostruibile) ogni circa 20 metri. In tal modo se p.e. l'errore relativo di misura è dell'ordine dell'1%, sono ottenibili errori assoluti di 10 cm.

14.3.3. ESECUZIONE DELLE SCANSIONI RADAR

La esecuzione delle scansioni radar deve essere eseguita in modo differenziato, in dipendenza degli obiettivi dell'indagine:

- indagini in abitato o fuori abitato;
- profondità 0-200 cm.

Di norma le scansioni radar devono essere eseguite in modo da realizzare:

- una copertura dettagliata della superficie del sito in abitato (ambienti complessi e densi di servizi);
- una copertura ridotta della superficie del sito fuori abitato (ambienti generalmente meno complessi).

In entrambi i casi è prescritto per quanto applicabile l'impiego di array di antenne.

Nei paragrafi seguenti sono illustrate le modalità di esecuzione della copertura più fitta o completa e di quella ridotta con l'utilizzo di un array di antenne.

14.3.4. INDAGINI IN ABITATO COPERTURA DETTAGLIATA

L'array di antenne è prescritto in tutti i casi in cui la dimensione e i pesi contenuti della antenna singola ne consentano la configurazione in array.

Dove necessario per ottenere una copertura dettagliata due scansioni adiacenti (sia longitudinali che trasversali) dovrebbero essere distanziate di una quantità pari al doppio o poco più dell'ingombro trasversale dell'array (in casi estremamente complessi anche meno). Per ingombro trasversale dell'array si intende quello ortogonale alla sua direzione di avanzamento.

Allo scopo di minimizzare la possibilità di errori umani, è opportuno che la distanza tra due scansioni adiacenti sia un multiplo di 50 cm. Perciò di norma le scansioni (sia longitudinali che trasversali) sono distanziate di una quantità pari all'ingombro trasversale dell'array arrotondato ai 50 cm superiori. Es. 2m o 2,5m per gli incroci, 5m lungo i viali rettilinei.

14.3.5. INDAGINI FUORI ABITATO: COPERTURA RIDOTTA

Per copertura ridotta si intende la esecuzione di una successione di scansioni dell'array radar (sia in senso longitudinale che trasversale) la quale consenta la copertura di una parte della superficie di indagine.

La copertura ridotta della superficie di indagine viene effettuata su di un grigliato regolare; la posizione dei servizi viene rilevata lungo il grigliato, e viene estrapolata nelle posizioni intermedie.

Allo scopo di minimizzare i tempi di esecuzione si dovranno utilizzare per quanto applicabile architetture di array che consentono di minimizzare il numero di scansioni.

14.3.6. RICERCA DEI SERVIZI TRASVERSALI: SCANSIONI LONGITUDINALI

14.3.6.1. GENERALITÀ

Per la ricerca dei servizi trasversali devono essere eseguite scansioni longitudinali dell'array (ovvero nella direzione longitudinale rispetto alla linea di riferimento).

La scansione longitudinale consente di effettuare la ricerca dei servizi trasversali.

14.3.6.2. REFERENZIAMENTO DELLE SCANSIONI LONGITUDINALI

Le scansioni longitudinali vengono effettuate, di norma, parallelamente alla linea di riferimento.

Deve essere memorizzata la progressiva longitudinale di inizio della scansione.

Allo scopo di evitare l'accumulo di errori, devono essere acquisiti marker di posizione ogni 10 metri.

Allo scopo di evitare successivi errori i seguenti dati di posizione devono essere memorizzati su supporto magnetico assieme ai dati radar:

- progressiva trasversale della scansione;
- progressiva longitudinale della scansione;
- posizione dei marker.

14.3.6.3. DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE NEL SITO

L'analisi dei dati acquisiti mediante le scansioni longitudinali consente una valutazione accurata delle prestazioni di penetrazione raggiungibili nel sito.

Si procede perciò alla determinazione della profondità di penetrazione sulla sezione longitudinale che, tra quelle acquisite, risulta più prossima all'asse della fascia di scavo.

A tale scopo si utilizzeranno appositi algoritmi che consentono di ottenere in modo rapido ed obiettivo tale risultato.

Qualora la profondità di penetrazione, in tutto od in parte del sito, non raggiunga i valori di specifica, si deve ripetere l'indagine con antenne a frequenza inferiori.

Nella relazione tecnica finale devono essere riportate le profondità di penetrazione raggiunte con le varie configurazioni di antenna.

14.3.7. RICERCA DEI SERVIZI LONGITUDINALI: SCANSIONI TRASVERSALI

14.3.7.1. GENERALITÀ

Per la ricerca dei servizi devono essere eseguite scansioni trasversali dell'array radar (ovvero nella direzione trasversale rispetto alla linea di riferimento).

14.3.7.2. LUNGHEZZA DELLE SCANSIONI TRASVERSALI

Per determinare la lunghezza delle scansioni trasversali si opera come segue.

Dove possibile, allo scopo di assicurare la visibilità di eventuali servizi situati ai limiti della fascia di indagine di una quantità DL tale che:

- $DL \geq 0.3 \times P$, essendo P la profondità di indagine di specifica.

I valori di DL da adottare e la lunghezza delle scansioni trasversali sono illustrati nella tabella a seguire.

Profondità P	Larghezza della fascia di indagine	DL	Lunghezza delle scansioni trasversali
Fino a 70 cm	3 mt	0,20 mt	3,40 mt
Fino a 2 metri	3 mt	0,60 mt	4,2 mt

14.3.7.3. REFERENZIAMENTO DELLE SCANSIONI TRASVERSALI

Le scansioni trasversali devono essere effettuate, di norma, in direzione ortogonale alla linea di riferimento.

Deve essere memorizzata la progressiva di inizio della scansione.

Di norma non sono previsti marker sulle scansioni trasversali, a meno che la loro lunghezza non super i 10 metri.

Allo scopo di evitare successivi errori i seguenti dati di posizione devono essere memorizzati su supporto magnetico assieme ai dati radar:

- progressiva trasversale della scansione;
- progressiva longitudinale della partenza della scansione;
- posizione di eventuali marker.

15. RESTITUZIONE DEI RISULTATI DELL'INDAGINE

15.1. INTRODUZIONE

Al termine delle attività devono essere presentati alla Società gli elaborati contenenti i risultati delle indagini eseguite. I risultati devono essere consegnati sotto forma di:

- una relazione tecnica;
- un allegato cartografico.

15.2. RELAZIONE TECNICA

La relazione tecnica deve documentare i risultati dell'indagine; essa deve contenere:

- sintesi della definizione dell'impianto e dei riferimenti della Società:
 - univoca identificazione del sito;
 - riferimento all'ordine della società.
- sintesi della definizione del requisito:
 - Un richiamo alle normative ed ai documenti di riferimento;
- eventuali requisiti aggiuntivi richiesti dalla società (fasce di indagine superiori a 3 metri, zone di indagine approfondita, ecc.);
- sintesi delle attività effettuate:

- informazioni acquisite preliminarmente;
- approccio cartografico;
- strumentazione usata;
- punti di riferimento;
- sintesi dei risultati in merito alla ricerca dei servizi e di altre anomalie;
- discussione dei principali servizi rilevati (così come desumibili dalla raccolta di informazioni preliminare, dal rilievo a vista, e dall'indagine radar) e loro incidenza sull'esecuzione dello scavo o della perforazione;
- notizie di carattere generale, riguardanti i risultati ottenuti dall'esame delle anomalie riscontrate (manufatti, cavità, bersagli generici, ecc.);
- profondità di penetrazione ottenuta nel sito.

15.3. ALLEGATO CARTOGRAFICO

Devono essere forniti i seguenti elaborati cartografici:

- planimetria di insieme in scala: 1:500 o 1:1000;
- planimetria di dettaglio, che può essere fornita nelle due versioni;
- planimetria in scala: 1:50 o 1:100 o 1:200;
- planimetria schematica in scala: longitudinale 1:200 o 1:250, verticale 1:100;

Tutti i prodotti cartografici devono essere elaborati in forma digitale, mediante l'impiego di opportune apparecchiature CAD, e forniti sia su carta che su supporto magnetico.

Tutti gli elaborati cartografici devono contenere una legenda riportante il significato di tutti i simboli utilizzati.

In ogni elaborato grafico devono inoltre essere riportati:

- la identificazione del sito;
- la scala di rappresentazione;
- il numero progressivo della tavola;
- il numero totale delle tavole;
- la data in cui sono stati consegnati gli elaborati;
- la denominazione ed indirizzo della Società che ha svolto l'indagine;
- un numero di telefono di riferimento per informazioni e consulenza tecnica in merito al lavoro in oggetto.

In alternativa alla restituzione in formato CAD, verranno fornite Mappe Semplificate che in pratica consistono nella rappresentazione semplificata dei sottoservizi individuati; questi vengono riportati in un sistema di riferimento cartesiano definito dagli assi T, parallelo alla strada mappata, ed L, ad essa perpendicolare. Si devono anche rappresentare infrastrutture non lineari, nonché attribuire ai sottoservizi la rispettiva profondità. E' il genere di restituzione più adatta come ausilio in fase di esecuzione degli scavi, dove richiesta in tempo reale l'informazione inerente la posizione e la profondità dei sottoservizi.

15.3.1. PLANIMETRIA DI INSIEME

E' il risultato ottenuto:

- o digitalizzando le planimetrie su carta fornite dalla Società;
- o aggiornando le cartografie su supporto magnetico fornite dalla Società;

- o attraverso un rilievo cartografico nel sito degli elementi di interesse (tombini, marciapiedi, chiusini etc.).

Ed ha lo scopo di fornire una visione d'insieme del sito e del sistema di riferimento.

Essa dovrà riportare:

- la planimetria del sito, contenente gli ingombri architettonici (fabbricati, marciapiedi, ecc.), ottenuta come illustrato nel paragrafo 4.2.2;
- lo zero del sistema di riferimento e la linea di riferimento.

15.3.2. PLANIMETRIE DI DETTAGLIO E PLANIMETRIA SCHEMATICA

La planimetria di base del sito (tombini, caditoie, armadietti, ecc.):

- area indagata;
- le informazioni relative al sistema di riferimento (vedi para 4.3.2):
 - zero del sistema di riferimento;
 - linea di riferimento;
 - punti di riferimento intermedi;
 - le informazioni relative alla posizione dei servizi;
 - rappresentazione dei servizi con linee;
 - profondità dei servizi rispetto al piano stradale o al piano campagna;
 - posizione dei servizi trasversali rispetto alle progressive longitudinali;
 - posizione dei servizi longitudinali rispetto alla linea di riferimento
 - laddove possibile la natura dei servizi e l'ente di appartenenza;
 - laddove possibile la loro dimensione approssimativa (fascia di ingombro);
- le informazioni relative ad altre anomalie;
- rappresentazione di anomalie concentrate (p.e. trovanti, piccole cavità, pozzetti, ecc.);
- rappresentazione di anomalie lineari (p.e. vecchi muri o fondamenta);
- rappresentazione di anomalie estese (stratificazioni, grosse strutture, ecc.).

16. PRESTAZIONI DELL'INDAGINE RADAR

Sono di seguito riportate le prestazioni minime che devono essere assicurate; non si applicano a quei particolari terreni dove, per ragioni elettromagnetico-propagative, non sia possibile raggiungerle.

16.1. DETEZIONE

Indicazione di tutti i servizi presenti; la deteazione deve essere effettuata almeno per servizi con dimensioni uguali o superiori ai seguenti valori:

Profondità	Materiali conduttori	Materiali non conduttori
0-1 metro	2.5 cm	5 cm
1-1.5 metri	5 cm	10 cm
1.5-3 metri	15 cm	40 cm

L'occorrenza di zone geologicamente opache alle radiazioni elettromagnetiche (come può accadere per terreni ad elevato contenuto di acqua) nelle quali possa essere ipotizzata la mancata detezione di servizi, comprovata dalla applicazione di algoritmi di stima della profondità di penetrazione e dal fallimento nell'impiego di tecniche a più bassa frequenza, deve essere riportata nella relazione tecnica.

16.2. LOCALIZZAZIONE VERTICALE

La precisione di localizzazione verticale (ovvero di stima della profondità) deve essere non superiore a:

Profondità	Precisione
fino a 100 cm	10 cm
Comprese tra 100 e 300 cm	10 % della profondità

Sia per servizi trasversali che longitudinali.

16.3. LOCALIZZAZIONE ORIZZONTALE

La precisione di localizzazione orizzontale deve essere non superiore a:

- precisione del 15% della profondità per i servizi trasversali;
- precisione del 10% della profondità per i servizi longitudinali.

17. CARATTERISTICHE DEL RADAR PER INTROSPEZIONE DEL SUOLO

17.1. CARATTERISTICHE

Il radar, nell'applicazione alla introspezione del suolo, è una tecnica che consente di rilevare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di oggetti sepolti utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche.

Esso è basato sullo stesso principio dei radar convenzionali, ma con alcune differenze significative:

- in un radar convenzionale l'onda elettromagnetica irradiata si propaga attraverso l'aria, mentre nel radar per introspezione del suolo si propaga nel suolo od in altri materiali solidi;
- i radar convenzionali possono rivelare bersagli a distanza di molti chilometri, mentre il radar per introspezione del suolo opera generalmente a distanze di pochi metri;
- la risoluzione dei radar convenzionali è dell'ordine delle decine o centinaia di metri, mentre il radar per introspezione del suolo ha risoluzioni dell'ordine delle decine di centimetri.

Le prestazioni fondamentali del radar per introspezione del suolo sono:

- la portata, cioè la massima distanza o profondità alla quale può essere rivelato un bersaglio di interesse; nella applicazione in oggetto essa da un'informazione sulla massima profondità di indagine;
- la risoluzione spaziale, cioè la minima distanza che può intercorrere tra due bersagli affinché essi possano essere distinti come due oggetti distinti anziché come un solo oggetto; nella applicazione in oggetto essa da un'informazione sulla capacità di distinguere due servizi in stretta prossimità;
- la precisione, cioè la capacità di determinare con accuratezza la posizione orizzontale e verticale dei bersagli.

17.2. COMPOSIZIONE

I radar per introspezione del suolo presenti sul mercato ed operanti in Italia differiscono notevolmente in quanto a composizione e caratteristiche, ma sono quasi sempre composti da due "Stazioni":

- la "Stazione" di Acquisizione Campale;
- la "Stazione" di Elaborazione.

La "Stazione" di Acquisizione Campale risulta in genere costituita da:

- Unità di Antenna – Composta da una o più antenne, ognuna delle quali integra un trasmettitore ed un ricevitore; i sistemi dotati di più antenne possono essere dotati di un dispositivo di distribuzione dei segnali alle varie antenne, il quale può essere, in alcuni casi, "intelligente";
- una ruota metrica per la misura di posizione ed il controllo della acquisizione dati;
- una ruota meccanica più o meno complessa per la movimentazione dell'Unità;
- Unità di Controllo – In genere è basata su di un PC con le seguenti funzioni:
 - controllo delle funzioni del radar;
 - visualizzazione dei dati radar su monitor a colori;
 - elaborazione dei dati radar;
 - registrazione dei dati radar su supporto cartaceo (solo vecchie versioni) o magnetico;
- Unità di Alimentazione – Tipicamente una o più batterie che permettono l'autonomia di un giorno di lavoro.

La "Stazione" di Elaborazione risulta in genere costituita da:

- Unità di Elaborazione Dati – E' in genere costituita da un Computer (PC o WorkStation) con le seguenti funzioni:
 - visualizzazione, in vari formati, dei dati radar;
 - elaborazioni dei dati radar;
 - archiviazione dei dati radar;
- Unità di Elaborazione CAD – E' in genere costituita da un Personal Computer dotato di un applicativo CAD; solitamente il PC della Unità CAD può essere lo stesso di quello di Elaborazione dei dati radar. Svolge le seguenti funzioni:
 - realizzazione o digitalizzazione della cartografia del sito;
 - inserimento in cartografia delle informazioni relative al sotto suolo;
 - generazione dei prodotti finali;
- Unità di Stampa – E' così denominato l'insieme dei dispositivi di stampa e di plottaggio; può comprendere uno o più dei seguenti dispositivi:
 - Plotter a colori per la stampa delle cartografie e dei prodotti finali;
 - Stampante a colori per la stampa dei prodotti finali, delle cartografie e dei dati radar;
 - Stampante a colori o in bianco e nero per la stampa delle relazioni tecniche.

17.3. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il trasmettitore genera un impulso elettrico molto corto, della durata di alcuni nanosecondi; esso è irradiato nel suolo dall'antenna trasmittente, sotto forma di onda elettromagnetica.

Il segnale irradiato è sensibile alle caratteristiche elettromagnetiche del suolo, in particolare:

- alla costante dielettrica;
- alla conducibilità.

In particolare ogni volta che l'onda e.m. incontra una variazione di costante dielettrica o di conducibilità o di entrambe (così come avviene in corrispondenza di un bersaglio o di una transizione tra due mezzi di propagazione diversi) essa subisce una parziale riflessione.

L'antenna ricevente raccoglie tutte le riflessioni da parte di oggetti sepolti, stratificazione, ecc., e le converte nuovamente in un segnale elettrico.

La riflessione da parte di un oggetto sepolto è percepita dal sistema ricevente come un impulso ritardato di una quantità proporzionale alla sua profondità. Il legame tra il ritardo (misurabile dal radar) e la profondità (parametro di interesse operativo) è costituito dalla velocità di propagazione dell'onda e.m. nel mezzo, i cui valori e campo di variazione sono illustrati nel prosieguo.

17.4. PROPAGAZIONE

Nella propagazione nel suolo si evidenziano i seguenti aspetti:

- la riflessione;
- la attenuazione;
- la portata;
- la velocità di propagazione.

17.4.1. RIFLESSIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Una riflessione dell'onda elettromagnetica si verifica ogni volta che il mezzo di propagazione mostra una variazione (o disomogeneità) delle caratteristiche elettromagnetiche, come accade in corrispondenza di un cambiamento del mezzo o di presenza di un bersaglio; la capacità di riflessione di un bersaglio è espressa dal parametro S.E.R. (Superficie Equivalente Radar), la cui valutazione è assai complessa, essendo funzione di una molteplicità di parametri:

- la forma del bersaglio;
- la sua dimensione;
- il materiale del bersaglio;
- il materiale ad esso circostante;
- la frequenza e la polarizzazione dell'onda e.m. incidente;
- la distanza dell'antenna.

17.4.2. ATTENUAZIONE DELL'ONDA ELETTROMAGNETICA

La attenuazione dell'onda elettromagnetica, la cui energia diminuisce progressivamente all'aumentare della profondità, è la causa principale di limitazione della profondità di indagine; essa, usualmente espressa in decibel/metro, è originata da vari effetti, tra i quali principali sono:

- la conducibilità del mezzo: nell'attraversare mezzi conduttivi l'onda elettromagnetica origina correnti che le sottraggono energia;
- fenomeni di risonanza delle molecole d'acqua, o di altre molecole presenti nel sottosuolo;

- l'attenuazione geometrica, causata dal fatto che, durante la propagazione, l'energia e.m. si distribuisce su di un fronte d'onda la cui superficie aumenta man mano che ci si allontana dall'antenna, diminuendo di fatto l'energia globale che incide sui singoli bersagli.

17.4.3. PENETRAZIONE DELL'ONDA ELETTROMAGNETICA

La penetrazione (o portata) è strettamente legata alla attenuazione; in pratica essa è fortemente dipendente della natura del suolo, o meglio dalla sua conducibilità; esistono casi di terreni (caratterizzati da bassa conducibilità e buona omogeneità) in cui la penetrazione può essere molto elevata (fino alle centinaia di metri): roccia compatta, ghiaccio, sabbia asciutta, ecc.

Nella realtà la presenza di acqua e dei sali in essa disciolti rende conduttivi i suoli, limitando la penetrazione, nei casi comuni, a pochi metri; in particolare la penetrazione può risultare assai ridotta per terreni saturi di acqua.

17.4.4. VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE

La velocità di propagazione è funzione della costante dielettrica del mezzo, e può variare di quasi 10 volte in funzione della natura del suolo; la velocità di propagazione è espressa, nel sistema MKS, in m/sec; la velocità di propagazione nel vuoto (e nell'aria) è pari a 3×10^8 m/sec (300.000 Km/sec). Per semplicità di notazione in campo radar la velocità di propagazione è espressa in cm/nsec:

- velocità nel vuoto (ed in aria): 30 cm/nsec;
- velocità nel marmo: 11 cm/nsec;
- velocità in suoli tipici urbani: 7-12 cm/nsec;
- velocità nell'acqua: 3,3 cm/nsec.

La stima della velocità di propagazione è essenziale per misurare correttamente la profondità del bersagli.

17.5. ASPETTI OPERATIVI

Dal punto di vista operativo l'acquisizione dati è effettuata spostando su di una linea retta una o più antenne (adagiate sul terreno) realizzando quella che prende il nome di scansione.

Durante la scansione può essere collezionata una serie di riflessioni da punti adiacenti (tipicamente uno ogni 2 o 3 cm), la quale costituisce l'immagine della sezione radar; in presenza di un oggetto sepolto (p.e. un tubo) si ottiene una immagine radar con una caratteristica forma iperbolica.

Per riconoscere il tipo di bersaglio, ovvero per verificare se esso è un bersaglio concentrato (p.e. un trovante), lineare (p.e. un servizio) oppure distribuito (p.e. uno strato), con radar mono-antenna è obbligatorio ricorrere a più scansioni parallele.

Esistono infine sistemi radar, dotati di array di antenne, che consentono di effettuare, con un'unica scansione, l'acquisizione di più sezioni. Per esempio, con un array di 4 antenne, con una unica scansione possono essere acquisite fino a 7 sezioni radar:

- 4 monostatiche (trasmette e riceve la stessa antenna);
- 3 bistatiche (trasmette una antenna e riceve quella adiacente).

I radar con array di antenne, fornendo una visione tridimensionale del sottosuolo, consentono una rappresentazione tomografica (tomografia) dei dati radar. Questa è una visione planimetrica del sottosuolo per fasce di profondità.

La qualità delle immagini ottenute può essere migliorata mediante opportune elaborazioni sia analogiche che digitali; il livello minimo di elaborazione necessario per la visualizzazione ed interpretazione dei dati radar è costituito da:

- filtraggi verticali;
- filtraggi orizzontali;
- guadagno variabile in funzione della profondità.

La scelta della frequenza è frutto di un compromesso tra le seguenti esigenze:

- basse frequenze sono desiderabili per una maggiore penetrazione;
- alte frequenze sono desiderabili perché consentono di ottenere una migliore risoluzione, e quindi una migliore qualità dell'immagine radar; inoltre ad alte frequenze corrispondono antenne più piccole, e quindi più leggere e maneggevoli.

Il giusto compromesso, per ottenere maggiore precisione e maggiore penetrazione, dal punto di vista applicativo è di utilizzare frequenze attorno ai 400-600 MHz per profondità di indagine dell'ordine dei 180÷220 cm.

3. TECNICA DI POSA CAVI F.O. IN MICROTRINCEA

Indice

1. PREMESSA	79
1. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	79
2. POSA DEL CAVO ALL'INTERNO DELLA MICROTRINCEA.....	81
3. INSERIMENTO DEGLI STRATI PROTETTIVI.....	81
4. CHIUSURA DELLA MICROTRINCEA.....	82
5. GIUNTI DI ESTRAZIONE SU CAVI F.O. TRADIZIONALI.....	82
6. CAMPO DI IMPIEGO.....	82

1. PREMESSA

La presente NORMA TECNICA fornisce le indicazioni necessarie per effettuare la costruzione delle infrastrutture per la posa dei cavi in fibra ottica mediante il sistema della posa in microtrincea.

Per tutti gli argomenti che non sono di specifica trattazione della presente Norma ma ne costituiscono parte integrante, sono riportati i necessari riferimenti alle rispettive Norme di impianto e di progettazione.

Si è ritenuto utile, infine, richiamare, anche con l'ausilio di immagini, le caratteristiche dei principali materiali impiegati, tanto principali quanto accessori.

2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

La tecnologia della microtrincea è applicabile su tracciati che contemplino superfici asfaltate quali strade e marciapiedi aventi un sottofondo in materiale compatto (asfalto o cemento).

I vantaggi, rispetto all'utilizzo di tecnologie di posa tradizionali, sono essenzialmente la rapidità di installazione, la consistente riduzione dei costi per la realizzazione dell'infrastruttura e la significativa riduzione dell'impatto ambientale e sul traffico veicolare.

La microtrincea deve essere normalmente realizzata effettuando un taglio nell'asfalto ad una profondità non inferiore a 7 cm e comunque rimanendo all'interno dello strato di asfalto. Si dovrà evitare di tagliare per tutta la sua profondità lo strato di asfalto così da non creare possibili distacchi o disassamenti del manto stradale ai due lati del taglio.

Tale precauzione deve essere presa in considerazione in tutti quei casi in cui non esista una protezione laterale, su uno dei due lati del microscavo o su entrambi, sufficiente ad evitare movimenti dello strato di asfalto, in particolare nei casi in cui il microscavo viene effettuato su un bordo di una carreggiata priva di marciapiede o cordolo; in questo caso il taglio deve essere normalmente effettuato ad una distanza minima di 1 m dal bordo.

La larghezza del taglio può variare tra 10 e 15 mm.

La microtrincea deve essere realizzata con una macchina taglia-asfalti.



La velocità di esecuzione è funzione del tipo di macchina utilizzata, non sono consentiti bruschi cambi di direzione dei percorsi; ove questi siano richiesti dovranno essere effettuati tramite tagli angolati.



Una volta ultimata la realizzazione del microscavo è necessario eseguire le seguenti operazioni:

- "Pulizia" del microscavo mediante un getto di acqua;



- "Asciugatura" del microscavo mediante aria compressa;



- Ulteriore asciugatura (ossidazione) del microscavo per mezzo di aria calda immessa mediante lancia termica.



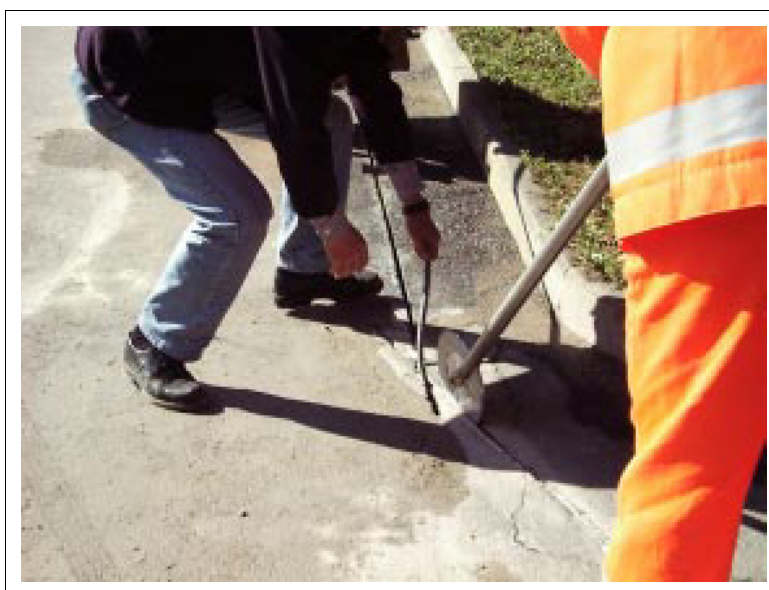
3. POSA DEL CAVO ALL'INTERNO DELLA MICROTRINCEA

La posa del cavo all'interno della microtrincea può essere effettuata manualmente, adagiando il cavo sul fondo dello scavo svolgendolo gradualmente dalla bobina mediante l'ausilio di un carrello portabobine.

Sono consentiti cambi di direzione, è comunque necessario evitare di far compiere al cavo curvature di raggio inferiore a 70 mm che rappresenta il raggio minimo di curvatura consentito.

4. INSERIMENTO DEGLI STRATI PROTETTIVI

Al di sopra del cavo, all'interno del solco, deve essere inserito almeno un cordolo in polietilene (PE) espanso ed un cordolo di gomma, aventi un diametro di circa 2 mm maggiori della sezione del solco. La sistemazione di ogni singolo cordolo deve essere effettuata utilizzando un ruotino di spessore adeguato.



I materiali di riempimento, oltre a bloccare il cavo sul fondo della microtrincea, hanno la funzione primaria di fornire al cavo una protezione di tipo meccanico e, nel caso del cordolo in gomma, anche una protezione di tipo termico.

5. CHIUSURA DELLA MICROTRINCEA

Terminate le operazioni di posa del cavo e delle protezioni si deve procedere alla chiusura della microtrincea mediante uno strato di bitume liquido.

Per garantire una buona tenuta del bitume sulle pareti laterali della microtrincea deve essere preventivamente applicato, all'interno e sul bordo della microtrincea e per tutta la sua lunghezza, un collante liquido ("primer").

La posa del bitume liquido deve essere effettuata mediante una lancia con ugello di opportune dimensioni. Tale operazione deve essere effettuata in due riprese consecutive in modo da assicurare un riempimento uniforme del solco fino a raggiungere il livello stradale.

Al termine di questa attività non devono essere presenti lungo la microtrincea sbavature e/o eventuali bordi dovuti alla fuoriuscita del bitume liquido durante le fasi di riempimento.



Per una corretta chiusura del solco è necessario che "primer" e bitume siano compatibili, a tal fine su richiesta dovranno essere disponibili le prove di compatibilità di questi due elementi.

6. GIUNTI DI ESTRAZIONE SU CAVI F.O. TRADIZIONALI

Per realizzare delle estrazioni da dorsali costituite da cavi ottici tradizionali, dovranno essere installate, nel caso non fossero già presenti, le muffole previste dalla norma tecnica di realizzazione.

Nel caso di attestazione contemporanea di due cavi si dovrà utilizzare il medesimo foro di ingresso alla muffola.

Nel caso di attestazione di un solo cavo è comunque sempre necessario predisporre il foro per consentire l'ingresso, in tempi successivi, di un secondo cavo .

Dovrà comunque essere garantita la tenuta pneumatica delle muffole come previsto dalle relative specifiche tecniche.

7. CAMPO DI IMPIEGO

Tipiche utilizzazioni della tecnologia di posa in microtrincea sono, ad oggi, individuabili nello sviluppo di rete di accesso secondaria in ambito privato (raccordi su reti esistenti).

Tali collegamenti devono essere realizzati in doppia via fisica (percorsi differenziati).

Le ipotesi attuali di impiego non prevedono l'esecuzione di giunti di linea.

INGRESSI IN POZZETTI O CAMERETTE

Il tratto iniziale del collegamento in ambito pubblico (dal manufatto, pozzetto/cameretta, di diramazione rispetto alla dorsale principale delle infrastrutture esistenti fino all'inizio della proprietà privata) deve essere eseguito mediante uno scavo di tipo tradizionale, che consenta di alloggiare uno o due tubi corrugati diametro adeguato, all'interno di ciascuno dei quali posare il cavo ed eseguendo una salita graduale con cui collegarsi alla microtrincea. Questa sede di posa, nel caso i due cavi siano attestati alla stessa muffola, deve essere comune ad entrambe le vie del collegamento, differenziandosi nel solo tratto di salita di raccordo, con due percorsi di scavo distinti (distanziati almeno di 1 mt), per le due microtrincee.

INGRESSI IN EDIFICI

Nel caso di posa di cavi, qualora non siano già presenti in edificio delle infrastrutture ignifughe per la posa del cavo, lo stesso dovrà essere opportunamente protetto con materassini o canalette antincendio.

DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE

Oltre alle informazioni previste nella documentazione cartografica in vigore (tracciato cavo, tipo di posa, testo cavo, posa su strada, marciapiede ecc.) nel caso di cavi posati con la tecnica della microtrincea sulla stessa documentazione dovranno essere previste anche le quote di riferimento rispetto a punti fissi. Copia di tale documentazione, per il solo tratto interessato dalla tecnica di posa di microtrincea, dovrà essere consegnato all'ente / privato proprietario della viabilità.

Rete a larga banda della Provincia Autonoma di Trento

Procedure di gestione cavi in fibra ottica

1	Requisiti generali.....	3
1.1.	Modalità di srotolamento.....	3
1.2.	Raggio minimo di curvatura.....	3
1.3.	Tubazioni o passerelle.....	3
2	Posa del cavo.....	3
3	Procedure di gestione.....	8
3.1.	Movimentazione.....	8
3.2.	Stoccaggio.....	9
3.3.	Simbologia.....	11

1 REQUISITI GENERALI

1.1. Modalità di srotolamento

Lo srotolamento del cavo dalla bobina deve essere effettuato con cura. La bobina deve essere montata su un albero o su un perno in modo tale che sia libera di ruotare. Il cavo deve essere svolto con regolarità e senza strappi dalla periferia dell'avvolgimento. Lo svolgimento del cavo dall'estremità di una bobina fissa induce la torsione del cavo: una torsione completa ad ogni giro svolto. Ciò può causare il collasso (*kink*) o il danneggiamento del cavo.

1.2. Raggio minimo di curvatura

Il raggio minimo di curvatura è specificato dal produttore del cavo. Quando il cavo viene piegato, deve essere garantito che esso effettui un arco regolare, evitando pieghe ad angolo retto o acuto. In ogni caso il cavo deve essere piegato ad un raggio inferiore a quello minimo dichiarato dal costruttore. Il raggio minimo di curvatura è indicato nelle specifiche tecniche del bando di gara per l'acquisizione dei cavi, per ogni singola tipologia di cavo.

1.3. Tubazioni o passerelle.

Le tubazioni e le passerelle (*cable trays*) devono essere dimensionate in modo tale da garantire spazio sufficiente per ospitare adeguatamente tutto il cavo che devono contenere, con un raggio di curvatura superiore a quello minimo dichiarato dal costruttore. Le pieghe devono avere curvatura regolare.

2 POSA DEL CAVO

- Posizionare il cavo su un adeguato dispositivo di srotolamento, in modo tale che la bobina possa girare liberamente.
- Se il cavo deve essere teso con un argano dinamometrico è preferibile svolgere manualmente il cavo per una lunghezza adeguata prima di fissarlo alla fune di tiro dell'argano. Il dinamometro deve essere tarato con cura, cosicché la forza di tiro non

ecceda quella massima dichiarata dal costruttore e riportata nelle specifiche tecniche del bando di gara per l'acquisizione dei cavi, per ogni singola tipologia di cavo.

- Iniziare a svolgere il cavo avendo cura che ostacoli o spigoli acuti possano danneggiare la guaina esterna.
- Se il cavo viene posato in passerelle o scavi aventi curve ad angolo acuto o con raggio di curvatura interno ridotto, è necessario utilizzare rulli o piani di scorrimento o una combinazione di entrambi, come indicato in Fig. 1, per evitare che il cavo venga curvato con un raggio inferiore a quello minimo specificato

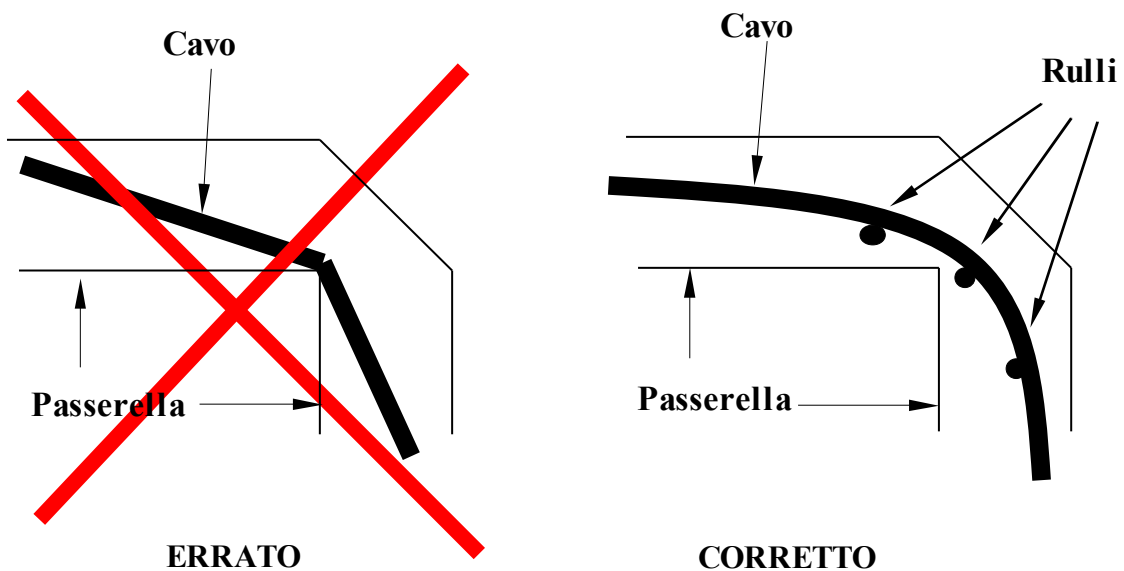


Fig. 1: utilizzo di rulli per evitare che il raggio di curvatura assuma valori inferiori al minimo ammesso

- All'ingresso di edifici o di camerette di giunzione, si devono adottare tutti gli opportuni accorgimenti per evitare che il cavo subisca pieghe ad angolo retto od acuto, come mostrato in Fig. 2..

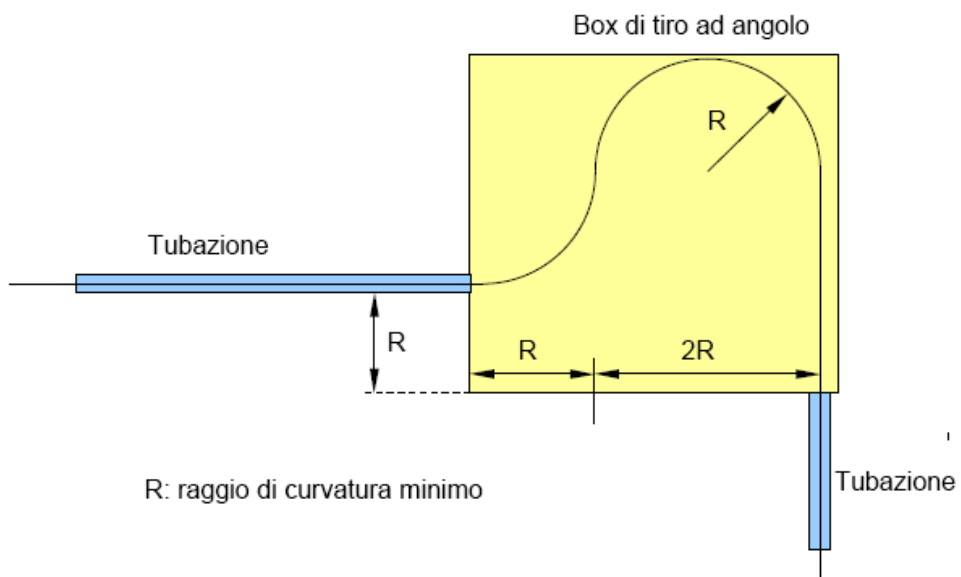


Fig. 2: schema di tiro del cavo su percorso ad angolo retto

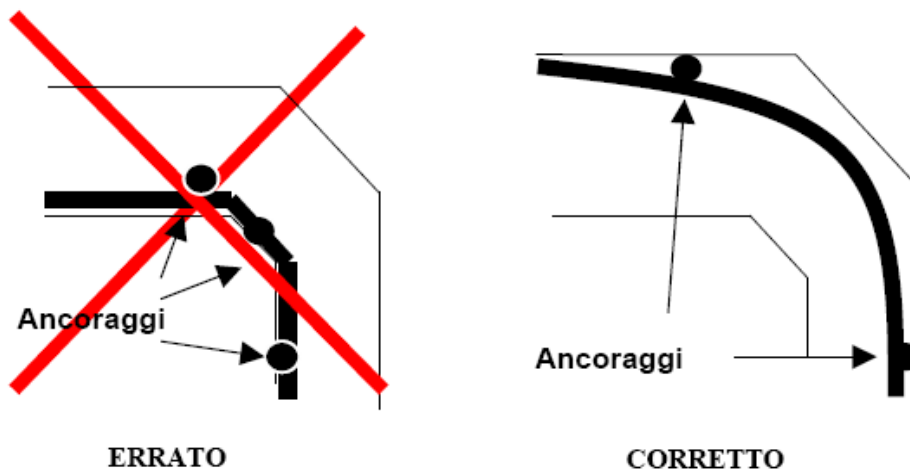


Fig. 3: modalità di ancoraggio del cavo a passerelle

- Quando si fissa il cavo a passerelle, esso non deve essere curvato con un raggio minore a quello minimo ammesso. Le modalità corrette di ancoraggio sono mostrate in Fig. 3 e Fig. 4. Per nessuna ragione il cavo deve subire pieghe ad angolo retto o curve con piccolo raggio, ne' durante l'installazione, ne' durante la successiva vita operativa.

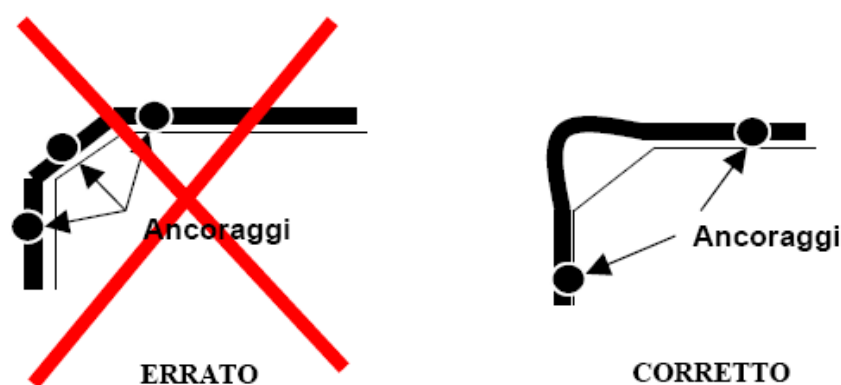


Fig. 4: modalità di ancoraggio del cavo a passerelle

- Se il cavo deve essere accumulato (disteso a terra in quantità significativa), deve essere utilizzato il metodo della “cifra a otto”, mostrato in Fig. 5.
- il cavo deve essere accumulato nella forma a “otto” per evitare la torsione quando viene fatto avanzare all'interno del condotto in cui viene posato. La dimensione dell'otto dipende dallo spazio disponibile e dalla quantità di cavo che deve essere accumulato ma, in ogni caso, il diametro di ciascuna metà dell'otto dovrà comunque essere almeno doppio del raggio minimo di curvatura dichiarato dal costruttore e riportato nelle specifiche tecniche del bando di gara per l'acquisizione dei cavi, per ogni singola tipologia di cavo. La distanza tra il tamburo ed il punto della figura ad otto ad esso più vicino deve eccedere di almeno tre volte il raggio minimo di curvatura.

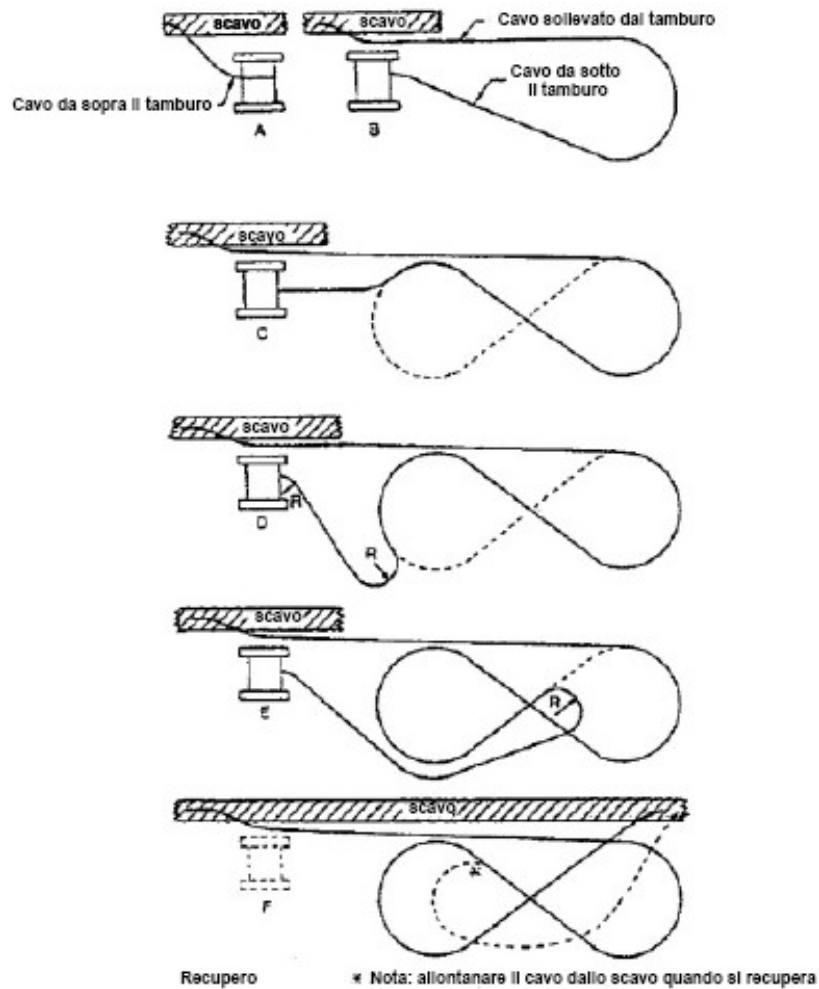


Fig. 5: procedure di accumulo e ricupero del cavo

- All'inizio della fase di ricupero è essenziale che il cavo sia direzionato in modo tale da non indurre torsione o pieghe a ginocchio(kink) quando viene svolta la spira superiore dell'otto. È inoltre necessario garantire che in nessun caso venga violato il limite relativo al raggio minimo di curvatura mentre il cavo viene ricuperato dall'otto, durante la fase di posa.

3PROCEDURE DI GESTIONE

In questa sezione vengono definite operazioni di validità generale che rappresentano i requisiti minimi che l'operatore deve rispettare per conservare l'imballaggio in buono stato ed evitare così qualsiasi danno accidentale al cavo.

Il cavo viene fornito con un imballaggio che resiste a tutte le condizioni che normalmente hanno luogo durante il trasporto, compreso il carico e lo scarico da camion, effettuato con gru, carro ponte, o gru montata direttamente su camion. L'imballaggio protegge il prodotto dalle avversità atmosferiche, sempre che la movimentazione e lo stoccaggio avvengano rispettando le procedure definite nel seguito.

3.1. Movimentazione

Lo srotolamento del cavo dalla bobina deve essere effettuato con cura. La bobina deve essere montata su un albero o su un perno in modo tale che sia libera di ruotare. Il cavo deve essere svolto con regolarità e senza strappi dalla periferia dell'avvolgimento. Lo svolgimento del cavo dall'estremità di una bobina fissa induce la torsione del cavo: una torsione completa ad ogni giro svolto. Ciò può causare il collasso o il danneggiamento del cavo.

Le bobine di cavo devono essere movimentate utilizzando un muletto, come mostrato nelle immagini riportate in Fig. 6.

Quando viene utilizzata una gru è necessario imbragare la bobina in una rete.

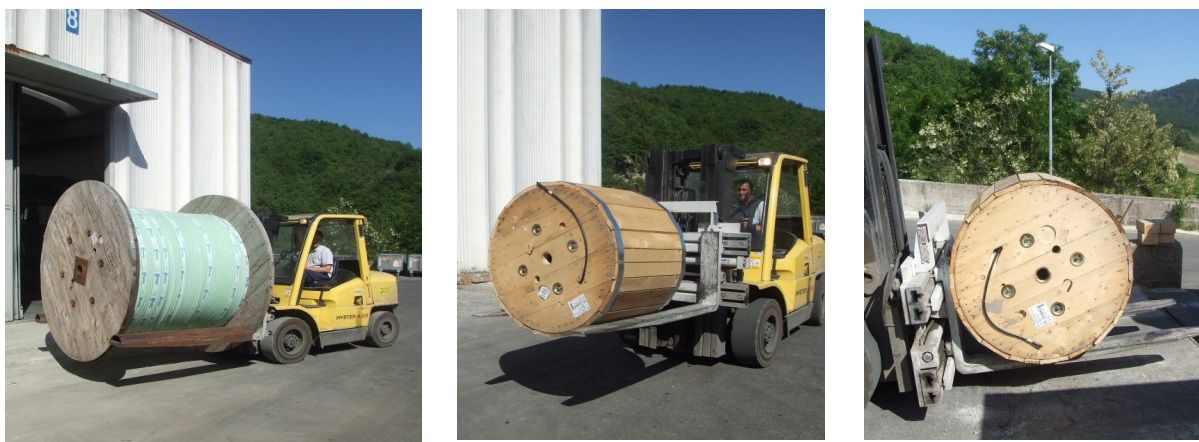


Fig. 6: modalità di corretta movimentazione delle bobine di cavo utilizzando un muletto

Per evitare movimenti accidentali, le bobine devono essere bloccate al suolo tramite cunei in legno, come mostrato in Fig. 7.



Fig. 7: modalità di blocco delle bobine al suolo attraverso l'uso di cunei in legno

Quando il cavo sulla bobina è usato solo parzialmente è necessario che il capo libero del cavo sia protetto da un cappuccio in guaina termorestringente, come mostrato in Fig. 8. Le spire esterne dell'avvolgimento del cavo sulla bobina devono obbligatoriamente essere coperte con una pellicola di polietilene nero e non devono inoltre essere esposte a luce solare diretta. Le bobine parzialmente utilizzate devono essere adeguatamente protette contro l'umidità.

3.2. Stoccaggio

Dopo il trasporto al sito di installazione, nell'eventuale periodo di attesa prima della posa, le bobine devono essere stoccate in modo tale che il cavo sia protetto contro vari tipi di danneggiamento. Le bobine devono essere immagazzinate sotto una copertura o tettoia aperta (vedere Fig. 7), e devono essere tenute chiuse ed asciutte per prevenire qualsiasi possibile danno causato dall'esposizione diretta a polvere, luce solare o eventi atmosferici. Si raccomanda di stoccare le bobine in posizione verticale (con asse orizzontale, come in Fig. 9).



Fig. 8: cappuccio termorestringente di protezione dell'estremità libera di cavo parzialmente utilizzato

Si raccomanda espressamente di non sovrapporre le bobine tra loro, anche nel caso esse abbiano dimensioni ridotte.

Se si prevede di dover stoccare le bobine per un lungo periodo, è necessario effettuare ispezioni regolari per poter eventualmente intraprendere tempestivi provvedimenti onde evitare l'insorgere di danneggiamenti al cavo, a seguito di fattori ambientali esterni. Inoltre, le bobine devono essere protette adeguatamente per impedire la penetrazione di umidità.

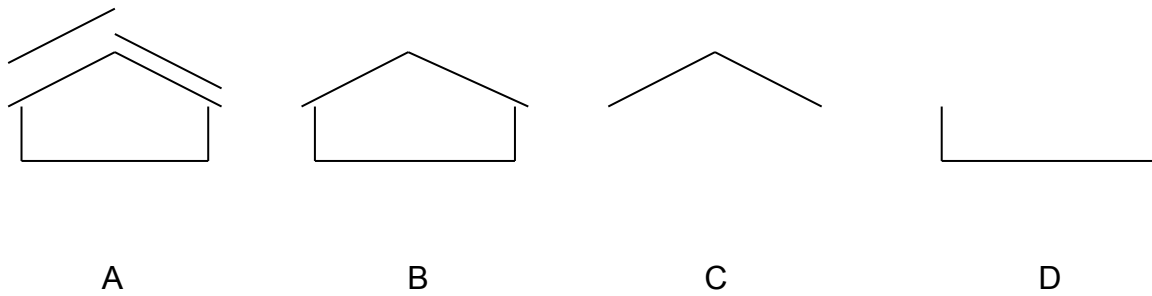
Se si manifesta la necessità di aprire la copertura delle bobine in listelli di legno per fare delle misure e/o verifiche sul cavo, le bobine devono essere obbligatoriamente richiuse con nuovi elementi in legno e correttamente stoccate come precedentemente descritto.



Fig. 9: esempio di posizionamento delle bobine durante lo stoccaggio

3.3. Simbologia

Le bobine possono essere marchiate con simboli (normalmente il simbolo C) il cui significato è illustrato in Fig. 10.



A = stoccaggio in magazzino riscaldato/ventilato e dotato di impianti speciali (condizionamento aria)

B = stoccaggio in magazzino chiuso

C = stoccaggio sotto tettoia aperta

D = stoccaggio all'aperto

Fig. 10: simbologia indicante le condizioni di stoccaggio richieste per le bobine di cavo

Specifica tecnica nr. 45

Criteria di impiego di minitubi e microcavi

Data	5 dicembre 2013
Revisione	1
Redatto	Diego Erroi Walter Ortombina Stefano Gorisbini
Verificato	Alberto Battarelli
Approvato	Paolo Simonetti

1 Scopo e applicabilità

L'impiego di minitubi e microcavi comporta diversi vantaggi operativi:

- riduzione della sezione di scavo per la posa di nuovi cavidotti;
- reimpiego delle infrastrutture esistenti, anche di terzi;
- semplicità e velocità di posa e recupero dei cavi.

Il presente documento ha lo scopo di specificare i requisiti dei materiali e le modalità d'impiego per la realizzazione di reti di telecomunicazione in fibra ottica, in particolare per quanto riguarda il sottoequipaggiamento di cavidotti esistenti con minitubi ed in generale la posa e giunzione di microcavi all'interno dei minitubi.

Questa specifica tecnica si applica alla realizzazione delle seguenti reti:

- distribuzione primaria;
- distribuzione secondaria;
- accesso.

2 Materiali ed impiego

2.1 Minitubi

I minitubi per la successiva posa dei microcavi in fibra ottica con tecniche di soffiaggio devono svolgere due funzioni principali: garantire la protezione meccanica dei cavi e garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili. I minitubi sono ottenuti mediante estrusione di polietilene ad alta densità (PEAD) in colorazione naturale e banda longitudinale nei colori:

a- blu (RAL 5015)

b- giallo (RAL 1016)

c- bianco (RAL 9003)

d- verde (RAL 6018)

e- nero (RAL 9017)

f- rosso (RAL 3020)

Nella posa dei microcavi dovranno essere impiegati i tubi (liberi) con i colori a partire dal colore blu (a) quindi giallo (b) ecc. salvo diversa disposizione impartita dalla Direzione Lavori. Al fine di minimizzare l'attrito con il cavo in

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

fase di posa, la superficie interna del tubo è rigata longitudinalmente, mentre la superficie esterna deve essere liscia.

Nella tabella seguente sono riassunte le possibilità d'impiego dei minitubi come meglio illustrato nei paragrafi seguenti.

	Ø 10/14	Ø 10/12	Ø 4,5/8	Ø 6/10	Ø 8/10
Impiego in trincea Singoli o affasciati	✓		accesso	accesso	
Sottotubazione Ø 50		✓			accesso L<150 m
Sottotubazione Altra proprietà	✓	✓	✓	✓	✓

2.1.1 Minitubi da interro

Il minitubo Ø 10/14 mm per l'interramento diretto in trincea ha uno spessore di parete maggiorato di 2 mm.

I fasci di minitubi dovranno essere tra loro connessi mediante fascette in materiale plastico o altro sistema atto a garantire il mantenimento della geometria di posa indicata in sezione tipo.

I minitubi potranno essere forniti già fasciati da una guaina esterna in materiale plastico; in tal caso la guaina dovrà essere di colore giallo RAL1016 oppure RAL 1021.

Nel caso di reti di accesso o per la sottotubazione di cavidotti promiscui è consentito l'impiego di minitubi Ø 4,5/8 mm oppure Ø 6/10 mm, se previsto in progetto.

2.1.2 Minitubi da sottotubazione

L'impiego di minitubi con spessore di parete di 1 mm è consentito esclusivamente per la sottotubazione di cavidotti esistenti (con Ø ≥32 mm) o la posa in canaline o passatoie.

I minitubi Ø 8/10 mm possono essere impiegati solo ove specificato nel progetto di posa ed esclusivamente per tratte di accesso e per lunghezze

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

inferiori a 150 m.

2.1.2.1 Minitubi in esecuzione LSZH

Si tratta dell'esecuzione LSZH (low smoke zero halogen) non propagante la fiamma (anche quando installato in fascio) dei minitubi di cui al punto precedente. Questo tipo di minitubo deve essere impiegato nel caso di posa, anche parziale, all'interno d'edifici (ad esempio nodi di rete o sedi di utenze). Al suo interno andranno posati i normali microcavi.

2.2 Accessori

Si riportano di seguito le diverse tipologie di accessori impiegabili nella realizzazione dell'infrastruttura:

1. Elemento di chiusura dei minitubi (tappo)

Applicazione: deve essere sistematicamente utilizzato durante il trasporto e lo stoccaggio e nei punti terminali dei minitubi presenti nell'assetto finale di posa dell'infrastruttura.

2. Elemento di giunzione dei minitubi vuoti: consiste in un doppio innesto per minitubi dello stesso diametro o di diametri differenti a tenuta meccanica/pneumatica, removibile e reimpiegabile.

Applicazione: raccordi di fine pezzatura, raccordi nei pozzetti sede scorta o di estrazione, punti di cambio sezione tra minitubi.

3. Elemento di giunzione di minitubi occupati: è costituito da due semigusci accoppiati a formare un manicotto con idonei dispositivi di tenuta alle estremità (guarnizioni o gel sigillante).

Applicazione: l'impiego è previsto negli interventi di manutenzione per il ripristino della tenuta pneumatica dei minitubi già equipaggiati con microcavi.

4. Elemento di sigillatura e protezione da trincea, per contenimento di elementi di giunzione dei minitubi. Removibile e reimpiegabile.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

Applicazione: protezione dei raccordi di cui al punto precedente nel caso di interro diretto in trincea.

5. Elemento di tenuta tra tubi e minitubi: elemento che consente la tenuta tra monotubi Ø 50 mm equipaggiati con minitubi. Costituito da due semigusci ed altrettanti elementi di chiusura in cui viene frapposta una membrana predisposta per il passaggio di minitubi.

Applicazione: sigillatura dei tubi equipaggiati con minitubi al fine di impedire l'ingresso di acqua e sporcizia.

6. Elemento di tenuta tra minitubi e microcavi: dispositivo previsto nei punti di interruzione dei minitubi contenenti minicavi, tipicamente in corrispondenza di pozzetti sede di scorta cavo (su entrambi i lati) o giunti, punti di accesso a nodi di rete o accesso ad edifici.

Applicazione: sigillatura tra minitubo e microcavo al fine di impedire l'ingresso di acqua o sporcizia. Impedisce inoltre l'eventuale ingresso di gas ove impiegato su minitubi diretti verso nodi di rete o edifici in genere.

7. Accessori di contenimento delle scorte: garantiscono una adeguata protezione meccanica e anti roditore alla scorta di cavo custodita all'interno (fino a 50 m). Gli imbocchi sono predisposti con guarnizioni adatte a minitubi Ø esterno 14 o 12 mm. Removibile e reimpiegabile.

Applicazione: in tutti i casi di formazione di scorte di microcavo.

8. Manicotti di protezione dei minitubi in transito nei pozzetti: dispositivo modulare costituito da semigusci con incastro a snodo posti a protezione dei minitubi in transito nei pozzetti. Removibili e reimpiegabili.

Applicazione: all'interno dei pozzetti di transito o sede di scorta su linee di distribuzione primaria e secondaria.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

2.3 Microcavi ottici

Le tipologie di microcavo impiegate sono le seguenti:

- Microcavo 216 (μ 216): tubetti 9 x 24 fo G652, diametro del cavo 7,6 mm, peso 65 kg/km - sigla CEI-UNEL 36011: TOL 9 D 216 9(24SM-LWP)/E
- Microcavo 192 (μ 192): tubetti 8 x 24 fo G652, diametro del cavo 7,5 mm, peso 60 kg/km - sigla CEI-UNEL 36011: TOL 8 D 192 8(24SM-LWP)/E
- Microcavo 144 fo (μ 144): tubetti 6 x 24 fo G652, diametro del cavo 7,5 mm, peso 60 kg/km - sigla CEI-UNEL 36011: TOL 6 D 24 6(24SM-LWP)/E
- Microcavo 48 fo (μ 48): tubetti 4 x 12 fo G652, diametro del cavo 6,3 mm, peso 40 kg/km - sigla CEI-UNEL 36011: TOL 6 D 48 4(12SM-LWP)/E
- Microcavo 24 fo (μ 24): tubetti 2 x 12 fo G652, diametro del cavo 6,3 mm, peso 40 kg/km - sigla CEI-UNEL 36011: TOL 6 D 24 2(12SM-LWP)/E
- Microcavo 12 fo (μ 12): tubetti 1 x 12 fo G652, diametro del cavo 6,3 mm, peso 40 kg/km - sigla CEI-UNEL 36011: TOL 6 D 12 1(12SM-LWP)/E

Sulla guaina esterna di ogni pezzatura devono essere impressa ad intervalli di 1 metro senza arrecare deformazioni o danneggiamenti al cavo, la seguente stampigliatura in colore nero o di contrasto con il colore della guaina:

- costruttore
- codifica cavo secondo CEI-UNEL 36011
- numero lotto di fabbricazione (per la tracciabilità del cavo)
- anno di fabbricazione
- provincia Autonoma di Trento / Trentino Digitale
- marcatura lunghezza in metri

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

2.3.1 Muffole di giunzione e accessori di attestazione

L'attestazione dei microcavi alle muffole deve avvenire utilizzando degli accessori, alcuni dei quali specifici per ciascun fornitore, che consentano:

- per ogni imbocco, la possibilità di far accedere più microcavi anche in tempi successivi;
- di fissare meccanicamente i minitubi di protezione dei microcavi. Generalmente questo accessorio è costituito da staffe rastrelliere metalliche ad U fissate sulla base della muffola;
- di impedire l'ingresso di acqua o sporcizia tra minitubo e microcavo (vedi: Elemento di tenuta tra minitubi e microcavi).

2.4 Equipaggiamento delle infrastrutture esistenti

Nelle fasi di posa dei minitubi occorre minimizzare i punti di interruzione e, dove necessario, impiegare gli accessori previsti al paragrafo 2.2 per dare continuità al cavidotto.

2.4.1 Configurazioni massime consentite

Sotto equipaggiamento di un monotubo Ø 50 mm:

- tubazione completamente libera: sottoequipaggiare con nr. 5 minitubi Ø 10/12 mm;
- tubazione già occupata da cavo esistente fino a Ø 12 mm: 3 minitubi;
- tubazione già occupata da cavo esistente $12 < \text{Ø} < 18$ mm: 2 minitubi;
- tubazione già occupata da cavo esistente oltre Ø 18 mm: valutare la possibilità di impiego di minitubi di diametro inferiore al Ø 10/12 mm.

Nel caso di sottoequipaggiamento di cavidotti di altri gestori come illuminazione pubblica, rete elettrica o altri operatori di telecomunicazioni, il

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

tipo di sottoequipaggiamento dovrà essere valutato in ciascun caso, in accordo alla Proprietà dell'infrastruttura nel rispetto delle presenti specifiche sui materiali e configurazioni.

2.4.2 Equipaggiamento

L'equipaggiamento di tritubi/monotubi (in trincea) di proprietà deve prevedere:

- la predisposizione del numero massimo (saturazione) di minitubi consentiti all'interno del singolo monotubo interessato dall'equipaggiamento, indipendentemente dal numero di minicavi da posare (in funzione dello stato libero o occupato);
- l'utilizzo prioritario dei monotubi liberi rispetto a quelli già occupati;
- il mantenimento del monotubo e/o minitubo di esercizio sempre disponibile in funzione dei cavi esistenti in esercizio (tradizionali o microcavi).

2.4.2.1 Posa all'interno di edifici

Nelle posa di minitubi all'interno di edifici deve essere impiegato nell'esecuzione LSZH.

Il minitubo deve essere posato fino al box di terminazione edificio (BTE), armadio di terminazione o box consegna utente (BCU). Il punto di accesso all'edificio deve essere adeguatamente sigillato, come pure va installato, nel punto di uscita dal minitubo, un elemento di tenuta tra minitubo e microcavo.

2.5 Modalità di installazione

Di seguito sono indicate le modalità di posa dei minitubi e relativi microcavi ottici. Minitubi, microcavi e muffole devono essere posati nelle quantità e tipi indicati nel progetto esecutivo.

2.5.1 Posa dei minitubi

Per le modalità di posa dei minitubi in trincea si rimanda alla relativa norma

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

tecnica (NT).

Tutti i minitubi dovranno mantenere la continuità all'interno dei pozzetti e, ove necessario, essere giuntati con gli appositi accessori (paragrafo 2.2).

La sottotubazione con i minitubi può avvenire con la tecnica del soffiaggio ove l'infrastruttura sia a tenuta di pressione, oppure mediante kit di tiro connessi al pacchetto di minitubi atto a distribuire uniformemente il carico di tiro.

Prima della posa, le infrastrutture da equipaggiare dovranno essere pulite dell'acqua ed altro materiale eventualmente presente.

Nel caso di posa con tecnica tradizionale, non dovrà essere superato il limite di carico di trazione previsto dal costruttore per ciascuna tipologia di minitubo. Al fine di agevolare lo scorrimento dei minitubi nelle infrastrutture esistenti è consentito l'uso di lubrificante purchè sia atossico, e non corrosivo.

2.5.2 Giunzione dei minitubi

La giunzione di minitubi posati all'interno di infrastrutture esistenti o in trincea, deve essere per quanto possibile evitata.

Ove necessario sono consentite giunzioni solo nei seguenti casi:

- in corrispondenza dei pozzetti per tratte non inferiori a 450 m;
- ogni qual volta si ha la necessità di eseguire la giunzione tra due pezzature in trincea, purchè i giunti siano protetti con gli appositi accessori;
- ogni qual volta si ha la necessità di eseguire l'estrazione da tratte costituite da minitubi, singoli o affasciati, all'interno di pozzetti;
- nei punti di transizione tra minitubi diametri diversi e solo all'interno di pozzetti;
- per attività di manutenzione.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

2.5.3 Collaudo dei minitubi

Il collaudo dei minitubi prevede due fasi successive: prova di tenuta in pressione e passaggio del mandrino.

Prova di tenuta in pressione: la prova prevede il riempimento del tratto in collaudo fino ad una pressione di 10 bar ed il successivo mantenimento (senza alimentazione). La prova si considera con esito positivo se la pressione, trascorsi 10 minuti, non è scesa sotto i 9 bar.

Prova passaggio mandrino: dopo un ciclo di pulizia, la prova consiste nel passaggio per il tratto in prova di uno spezzone di microcavo (delle tipologie precedentemente indicate) di lunghezza compresa tra 40 e 50 cm.

Il ciclo di pulizia prevede una prima fase di rimozione mediante aria compressa (alla pressione minima di 3 bar) per almeno 5 minuti, seguiti da ripetuti passaggi di tamponi in materiale assorbente (carta o spugna) fino a che il tampone non esce asciutto e pulito.

2.5.4 posa dei microcavi

I microcavi possono essere posati solamente all'interno dei minitubi conformi alla presente specifica tecnica, nella quantità di un microcavo per ciascun minitubo.

Le tecniche di posa consentite sono le seguenti:

- a mano (con una spinta uniforme del microcavo), per tratti massimi di 50 m;
- ad aria (soffiaggio) dove l'avanzamento del cavo avviene grazie all'azione combinata delle forze prodotte dal fluido e dalla macchina che spinge il cavo all'interno del tubo.

Nel caso di posa ad aria ,l'attività deve essere fatta con le idonee attrezzature tra cui:

- macchina "sparacavi";
- compressore (12 bar e portata minima 900 l/min) con annesso sistema di raffreddamento/essiccazione aria;

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

- dispositivi di gestione del cavo svolto;
- lubrificante.

Durante le operazioni devono essere evitati danni al cavo come pieghe con raggi inferiori alle specifiche , schiacciamenti ed abrasioni.

Completata la posa (o recupero) dei microcavi, tutti i minitubi devono essere immediatamente richiusi con gli appositi accessori.

L'impiego dei minitubi di diversa colorazione deve avvenire nella sequenza indicata nel paragrafo Minitubi, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

2.5.4.1 Scorte

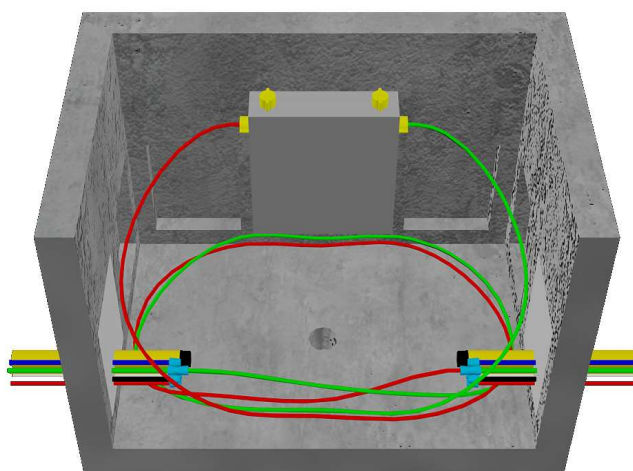
La realizzazione di una scorta di microcavo all'interno di un pozzetto (90x70 cm o maggiore) prevede le seguenti attività preliminari:

- taglio del minitubo interessato dalla posa del cavo (gli altri minitubi devono rimanere continui);
- prolungare il minitubo tagliato su entrambi i lati, con due tratti di circa 2,5 m di minitubo Ø 10/12 mm (tale prolunga ha lo scopo di permettere l'eventuale successivo spostamento della scorta consentendo il collegamento del minitubo alla macchina per il soffiaggio del microcavo);
- ripiegare ad otto la scorta e riporla nella scatola di protezione, fissando il minitubo agli imbocchi;
- ancorare la scatola con la scorta sul lato lungo del pozzetto, avendo cura disporre i minitubi di raccordo verso i bordi del pozzetto.

Anche nel caso di infrastruttura realizzata con minitubi da interro Ø 10/14 mm, lo spezzone di minitubo deve essere sempre Ø 10/12 mm.

Le giunzioni sui minitubi dovranno essere eseguite utilizzando gli appositi dispositivi indicati nel paragrafo 2.2.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione



2.5.4.2 *Spostamento scorte*

Ove sia necessario spostare una scorta di microcavo, è necessario:

- interrompere il minitubo nel nuovo pozzetto della scorta;
- estrarre la ricchezza cavo del nuovo pozzetto sede di scorta e posizionarla ad otto su un telo di adeguate dimensioni;
- in corrispondenza del pozzetto della scorta esistente occorre fissare alla macchina per la posa ad aria l'estremità del minitubo;
- spostamento della scorta (ad aria o, per brevi tratti, a mano);
- Ripristino della continuità del cavidotto mediante gli appositi giunti (vedi paragrafo 2.2).

2.5.4.3 *Predisposizione in sede di giunto*

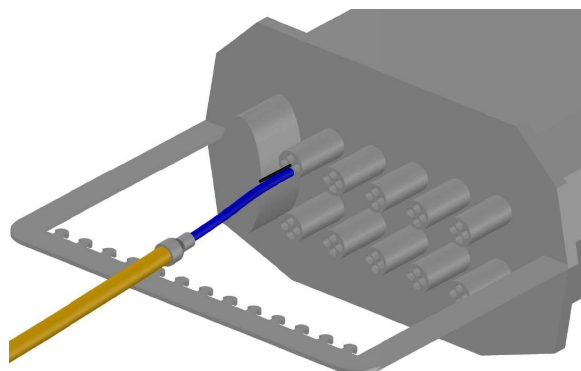
Ove siano previsti giunti in pozzetti, è necessario predisporre un'adeguata ricchezza di cavo e minitubo atta a poter successivamente eseguire le operazioni di giunzione.

Nella tabella seguente sono riportate le lunghezze delle scorte dei microcavi in base alla tipologia di rete e sede di giunto:

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

	<i>Rete di ACCESSO</i>	<i>Rete di DORSALE</i>
Giunto in pozzetto 125x80 o 90x70	ricchezza minima 10 m per lato di cavo.	ricchezza minima 15 m per lato di cavo.
Giunto in cameretta 170x220	ricchezza minima 10 m per lato di cavo.	ricchezza di 15-20 m per lato di cavo.

Si evidenzia che i microcavi devono essere protetti fino all'imbocco della muffola dal relativo minitubo.



Inoltre i minitubi dovranno essere fissati solidalmente alla muffola mediante gli accessori (staffe) previsti dal produttore delle muffole e tra minitubo e microcavo dovrà essere montato il dispositivo di tenuta al fine di evitare l'ingresso di acqua e sporcizia nel meato.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

3 *Protezione dei minitubi nei pozzetti*

E' evidente che i minitubi in transito nei pozzetti con spessore di parete di 1 mm o meno, offrono una ridotta protezione allo schiacciamento dei microcavi all'interno.

Sulle dorsali primarie e secondarie, al fine di ridurre i possibili danni all'infrastruttura di rete nelle fasi di ispezione e lavorazione nei pozzetti stessi, è richiesta l'installazione dei manicotti di protezione dei minitubi descritti al punto 8 del paragrafo 2.2.

I manicotti a protezione dei minitubi vanno applicati in modo da proteggere quanto più possibile il fascio di minitubi.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

4 Appendice 1

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del minitubo Ø 10 mm interno / 14 millimetri esterno utilizzato:

diametro esterno	14.0 mm (+0.2/-0.1 mm)
diametro interno	10.0 mm (+0.1/-0.2 mm)
spessore parete	2.0 mm (+0.1/-0.1 mm)
densità	950 g/mm ³
forza di trazione durante l'installazione	≥ 1000 N
carico di rottura a trazione	1300 N
pressione di rottura	> 50 bar
errore di concentricità	≤ 5 %
pressione massima soffiaggio	≥ 16 bar
peso indicativo	72 kg/km
limite di esposizione in esterno	≥ 12 mesi
temperatura di trasporto e stoccaggio	da -40° a 70°
temperatura operativa	da -40° a 70°
temperatura di installazione	da -10° a 50°
raggio minimo di curvatura	140 mm

La composizione del materiale deve essere priva di sostanze chimiche pericolose; deve essere esente da irregolarità o difetti e la sezione deve essere compatta e priva di cavità o bolle.

deve essere fornito su tamburo per lunghezze da 500 a 4900 m

le estremità dei singoli tubi chiuse con tappi per evitare l'ingresso di corpi estranei, impurità ed umidità.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

Caratteristiche del minitubo Ø 10/12 mm

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del microtubo utilizzato:

diametro esterno	12.0 mm (+0.2/-0.1 mm)
diametro interno	≥ 9,9 mm (+0.1/-0.2 mm)
spessore parete	≥ 0,95 mm
Densità	950 g/mm ³
Forza di trazione di installazione	≥ 400 N
errore di concentricità	≤ 5 %
pressione massima soffiaggio	≥16 bar
peso indicativo	34 kg/km
limite di esposizione in esterno	≥ 12 mesi
temperatura di trasporto e stoccaggio	da -40° a 70°
temperatura operativa	da -40° a 70°
temperatura di installazione	da -10° a 50°
raggio minimo di curvatura	120 mm

La composizione del materiale deve essere priva di sostanze chimiche pericolose; deve essere esente da irregolarità o difetti e la sezione deve essere compatta e priva di cavità o bolle.

Le estremità dei singoli tubi devono essere chiuse con tappi per evitare l'ingresso di corpi estranei, impurità ed umidità.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	5/12/2013	ST nr. 45. Criteri di impiego di minitubi e microcavi	Prima emissione

Specifica tecnica nr. 29

Criteria di identificazione e terminazione cavi nei telai

Data	10 aprile 2014
Revisione	1
Redatto	Alberto Battarelli Diego Erroi
Verificato	Alberto Battarelli
Approvato	Paolo Simonetti

INDICE

1	SCOPO E APPLICABILITÀ.....	3
2	CRITERI PER LA MAPPATURA FISICA	3
2.1	Identificazione dei cassettei (sub-telai).....	4
2.2	Identificazione dei vassoi.....	5
2.3	Identificazione degli alloggiamenti connettore	6
3	CRITERI PER LA TERMINAZIONE DELLE SINGOLE FIBRE.....	7
3.1	Terminazione a Standard alfa	7
3.2	Terminazione a Standard beta.....	7
4	SCHEMI	8

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

1 SCOPO E APPLICABILITÀ

Il presente documento specifica le modalità di numerazione ed identificazione dei cassettei e vassoi all'interno dei telai posti nei nodi di rete, nonché i criteri di distribuzione dei tubetti e delle fibre ottiche costituenti i cavi all'interno degli stessi.

Questa specifica si applica in tutte le nuove realizzazioni di reti di dorsale e distribuzione.

2 CRITERI PER LA MAPPATURA FISICA

Di seguito sono riportate le numerazioni degli elementi convenzionalmente adottate al fine di identificare univocamente i singoli elementi: telaio, sub telaio, cassetto, vassoio.

Di basilare importanza riveste la corretta etichettatura dei vari elementi richiamati nella presente specifica (telai, cassettei, vassoi, terminazioni) al fine di consentire una rapida e precisa identificazione dalla singola fibra ottica.

A tal fine si richiede l'etichettatura nel rispetto della relativa specifica tecnica.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

2.1 Identificazione dei cassettei (sub-telai)

All'interno di ogni Telaio di terminazione Fibra ottica (TFO), possono essere alloggiati fino ad un massimo di 10 subtelai. La loro numerazione parte dal subtelaio in alto (nr. 1) e arriva fino a quello più in basso che sarà il nr. 10.

TELAIO n (vista frontale)
Alto

1	Cassetto 1 (sopra)
2	Cassetto 2
3	Cassetto 3
4	Cassetto 4
5	Cassetto 5
6	Cassetto 6
7	Cassetto 7
8	Cassetto 8
9	Cassetto 9
10	Cassetto 10 (sotto)

Basso

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

2.2 Identificazione dei vassoi

Ogni sub-telaio può contenere fino ad 8 vassoi di giunzione/terminazione (6 nella versione da 3 unità per cavi fino a 144 fo e 8 vassoi nella versione da 4 unità per cavi di capacità fino a 192 fo). I vassoi vengono numerati a partire dal basso dal numero 1 al numero 8. Tale numerazione rispecchia anche l'ordine di installazione fisica dei vassoi all'interno del cassetto.

Cassetto n (vista frontale)

Alto

8	Vassoio 8 (sopra)
7	Vassoio 7
6	Vassoio 6
5	Vassoio 5
4	Vassoio 4
3	Vassoio 3
2	Vassoio 2
1	Vassoio 1 (sotto)

Basso

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

2.3 Identificazione degli alloggiamenti connettore

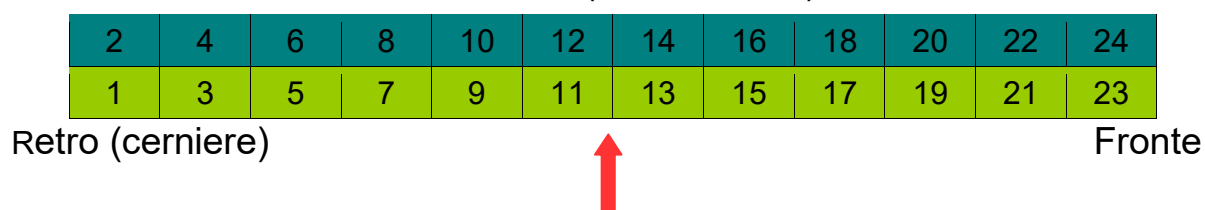
Nella parte centrale di ogni vassoio sono alloggiati gli adapter (lo standard è LC/LC) che collegano i connettori provenienti dai pigtail con i connettori delle bretelle verso la parte attiva. Partendo dal lato delle cerniere, guardando il vassoio dall'alto, la numerazione standard prevede che il connettore 1 sia quello in basso e il 2 quello in alto. Proseguendo verso il lato frontale si mantiene la regola che il numero dispari sta in basso e il numero pari in alto.

Vassoio n (vista dall'alto)

Retro (cerniere)



Vassoio n (vista laterale)



Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

3 CRITERI PER LA TERMINAZIONE DELLE SINGOLE FIBRE

Si definiscono due standard differenti per la terminazione delle fibre ottiche nei cassettei/vassoi denominati “**standard alfa**” e “**standard beta**” che differiscono nell'ordine secondo il quale si terminano i tubetti nei vassoi e nei cassettei.

Salvo diversa indicazione della direzione lavori, nella terminazione dei cavi **deve essere impiegato lo standard beta**.

3.1 Terminazione a Standard alfa

Nello standard alfa¹ vanno attestati i tubetti costituenti il cavo a partire dal numero più alto (es. 192) sul vassoio più in basso (ossia il vassoio numero 1). Nel caso di più tubetti in uno stesso vassoio, quello con **numerazione più alta** viene terminato **sul lato posteriore**.

3.2 Terminazione a Standard beta

Nello standard beta² vanno attestati i tubetti del cavo partendo da quello con numerazione più bassa (1 per esempio) sul vassoio più in basso. Nel caso di più tubetti in uno stesso vassoio, quello con **numerazione più bassa** viene terminato **sul lato posteriore**.

¹ Lo standard alfa, in passato, è stato utilizzato per tutte le attestazioni dei cavi di dorsale e di distribuzione periferici.

² Sono stati terminati a standard beta la distribuzione di Trento e la maggior parte delle aree industriali (Ravina, Spini e Interporto, etc).

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

4 SCHEMI

STANDARD ALFA

Esempio terminazione cavo distribuzione 288 con tubetti da 12 fibre

VASSOIO 1	TUBETTO 24	1/2	<u>277</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
	TUBETTO 23	1/2	<u>288</u>
		3/4	<u>265</u>
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	276

VASSOIO 2	TUBETTO 22	1/2	<u>253</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
	TUBETTO 21	1/2	<u>264</u>
		3/4	<u>241</u>
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	252

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

STANDARD ALFA

Esempio terminazione cavo distribuzione 192 con tubetti da 24 fibre

VASSOIO 1	TUBETTO 8	1/2	<u>169</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
		13/14	
		15/16	
		17/18	
		19/20	
		21/22	
		23/24	

VASSOIO 2	TUBETTO 7	1/2	<u>145</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
		13/14	
		15/16	
		17/18	
		19/20	
		21/22	
		23/24	

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

STANDARD ALFA

Esempio terminazione cavo dorsale 288 con tubetti da 12 fibre

VASSOIO 1	TUBETTO 24 (N+)	1/2	<u>277</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
	TUBETTO 24 (N-)	1/2	<u>277</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	288

VASSOIO 2	TUBETTO 23 (N+)	1/2	<u>265</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
	TUBETTO 23 (N-)	1/2	<u>265</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	276

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

STANDARD BETA

Esempio terminazione cavo distribuzione 288 con tubetti da 12 fibre

VASSOIO 1	TUBETTO 1	1/2	<u>1</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
	TUBETTO 2	1/2	<u>12</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
		<u>13</u>	
		24	

VASSOIO 2	TUBETTO 3	1/2	<u>25</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
	TUBETTO 4	1/2	<u>36</u>
		3/4	
		5/6	
		7/8	
		9/10	
		11/12	
		<u>37</u>	
		48	

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

STANDARD BETA

Esempio terminazione cavo distribuzione 192 con tubetti da 24 fibre

VASSOIO 1	TUBETTO 1	1/2	<u>1</u>	
		3/4		
		5/6		
		7/8		
		9/10		
		11/12		
		13/14		
		15/16		
		17/18		
		19/20		
		21/22		
		23/24		24

VASSOIO 2	TUBETTO 2	1/2	<u>25</u>	
		3/4		
		5/6		
		7/8		
		9/10		
		11/12		
		13/14		
		15/16		
		17/18		
		19/20		
		21/22		
		23/24		48

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	10/04/14	ST nr. 29 Criteri di identificazione e terminazione cavi nei telai	Prima emissione

Specifica tecnica nr. 31

Criteri di etichettatura

Data 23 settembre 2014
Revisione 1

Redatto Diego Erroi

Verificato Stefano Gorisbini

Approvato Paolo Simonetti

INDICE

1	Scopo e applicabilità	3
2	Condizioni generali	3
2.1	Riservatezza	3
3	Targhette di identificazione	3
3.1	Identificazione nodi	3
3.2	Identificazione cavi	4
3.3	Identificazione dei telai	4
3.4	Etichette per subtelai	6
3.5	Etichette per vassoi	6
3.6	Etichette per tubetti	8
3.6.1	Ordine di posizionamento delle fibre	9
4	Verifiche di Trentino Digitale	9

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

1 Scopo e applicabilità

Il presente documento descrive le caratteristiche, i contenuti e le modalità di applicazione delle etichette ai vari componenti della rete ottica di Trentino Digitale.

2 Condizioni generali

2.1 Riservatezza

L'Impresa s'impegna a non comunicare a terze parti i dati relativi ad impianti e Clienti di Trentino Digitale.

3 Targhette di identificazione

Tutte le targhette dovranno riportare le diciture conformi alle indicazioni sotto descritte mediante inchiostro indelebile e con caratteri alfanumerici neri su sfondo giallo.

Le etichette da impiegare in esterno (pozzetti, pali, armadi stradali ecc) dovranno essere composte da tre elementi: frontale, adesivo e protettivo per adesivo (liner) ed essere protette con un nastro di protezione adesivo trasparente.

3.1 Identificazione nodi

Ogni nodo verrà identificato con 4 caratteri: 4 lettere o 3 lettere seguiti da una cifra per disambiguare possibili collisioni.

Per esempio avremo:

RDG1 (Riva del Garda);

ARC1 (Arco);

MAL1 (Malè);

BIE1 (Bieno);

Andrà concordata con la DL una nomenclatura condivisa di tutti i nodi della rete.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

3.2 *Identificazione cavi*

I cavi afferenti ad ogni nodo vanno classificati secondo le seguenti categorie:

- B (Backbone) per la dorsale
- D per i cavi di distribuzione (cavi per servizio ad aree limitrofe, da cui vengono spillate le fibre per l'accesso ad utenze)
- A per i cavi di accesso (direttamente connessi ad utenze)

Ogni cavo afferente al nodo verrà numerato progressivamente in base alla categoria di appartenenza.

Per i cavi di dorsale è necessario ricorrere ad una direzione convenzionale di ingresso uscita, che andrà concordata. Ad esempio, considerando la tratta Bellamonte – Canal San Bovo, a Fiera di Primiero si avrà:

- FDP1-B001-I (In) per il cavo entrante proveniente da San Martino di Castrozza (lato n-1)
- FDP1-B001-O (Out) per il cavo uscente verso Mezzano

Per i cavi di distribuzione, considerando la possibilità di avere anelli, si seguirà il medesimo formato, quindi:

FDP1-D001-O

FDP1-D002-O

FDP1-D003-O

Ogni cavo dovrà essere etichettato con la relativa sigla di identificazione all'interno del telaio cui è attestato.

3.3 *Identificazione dei telai*

All'esterno di ogni telaio saranno apposte etichette riportanti le sigle di tutti i cavi afferenti. Nel caso eccezionale in cui un cavo afferisca a più telai, dovrà essere indicato anche l'intervallo di fibre in oggetto.

Ad esempio:

FDP1-D005-O-145/288

Ogni telaio dovrà avere una nomenclatura che lo renda identificabile in modo univoco rispetto all'intera rete. I parametri da considerare per l'identificabilità

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

sono:

- sito/nodo in cui si trova l'armadio (identificato con le regole di cui sopra)
- posizione all'interno del sito
- tipologia dell'armadio

La posizione dell'armadio all'interno del sito verrà identificata da due caratteri, una lettera dalla A alla Z e un numero compreso tra 0 e 99.

La lettera identifica la FILA di armadi, visto che i nodi (shelter esclusi) possono contenere una o più sale fibra con diverse pareti / corridoi su cui sono installati i telai.

Il numero invece identifica il singolo telaio all'interno della fila. La tipologia di armadio verrà assegnata da una lettera:

- A = armadio di accesso: contiene terminazioni dei cavi di accesso
- D = armadio di dorsale: contiene terminazioni o giunzioni tra cavi di backbone
- U = armadio di trasporto / consegna utenza dove entrano/escono cavi BOC

E' possibile che uno stesso armadio contenga cassette su cui sono attestati cavi di dorsale e contemporaneamente di accesso, oppure che su un armadio di accesso siano collegati cavi BOC. In questi casi verranno assegnate più lettere per la descrizione della tipologia. Nel caso degli shelter, nei cui telai verranno attestati cavi sia di dorsale che di accesso, si tralascerà di indicare la tipologia.

Riassumendo, il telaio avrà un codice del tipo:

sito	-	fila/posizione	-	tipologia
XXXX		XNN		XX

Esempio:

TNAK	-	B01	-	AU
-------------	---	------------	---	-----------

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

- TNAK si riferisce al nodo di Trento sud presso Alpikom;
- B è la prima fila di armadi di sala 8,
- 01 il numero dell'armadio all'interno della fila,
- AU la tipologia di armadio che in questo caso è di accesso con rilanci BOC.

Per ogni sito dovranno essere predisposte, oltre al codice identificativo, le planimetrie con le posizioni delle file e degli armadi all'interno del nodo, in modo da poter rintracciare agevolmente ogni singolo telaio.

3.4 Etichette per subtelai

Ad ogni subtelaio dovranno essere apposte etichette riportanti le sigle di tutti i cavi afferenti. Nel caso in cui un cavo afferisca a più subtelai, dovrà essere indicato anche l'intervallo di fibre in oggetto.

Ad esempio:

- FDP1-B002-I-001/096
- FDP1-B002-O-001/096

Inoltre per ogni sub telaio dovrà essere apposta l'indicazione della numerazione progressiva del sub telaio con inizio della numerazione a partire dall'alto, all'interno del telaio.

3.5 Etichette per vassoi

Ad ogni vassoio dovranno essere apposte etichette con le sigle dei cavi afferenti. In particolare dovrà essere indicato se le fibre sono giuntate o terminate.

Ad esempio:

FDP1-B002-I-013/024-T

FDP1-B002-O-013/024-T

Oppure:

FDP1-B002-I-025/048-J

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

FDP1-B002-O-025/048-J

Dovrà inoltre essere compilata una tabella a 24 righe e 3 colonne indicante, per ogni riga:

- posizione nel vassoio (01 – 24)
- fibra entrante (a sinistra) giuntata (J) o terminata (T)
- fibra uscente (a destra) giuntata (J)

Ad esempio:

01	FDP1-B001-I-277-T	
02	FDP1-B001-I-278-T	
03	FDP1-B001-I-279-T	
04	FDP1-B001-I-280-T	
05	FDP1-B001-I-281-T	
06	FDP1-B001-I-282-T	
07	FDP1-B001-I-283-T	
08	FDP1-B001-I-284-T	
09	FDP1-B001-I-285-T	
10	FDP1-B001-I-286-T	
11	FDP1-B001-I-287-T	
12	FDP1-B001-I-288-T	
13	FDP1-B001-O-277-T	
14	FDP1-B001-O-278-T	
15	FDP1-B001-O-279-T	
16	FDP1-B001-O-280-T	
17	FDP1-B001-O-281-T	
18	FDP1-B001-O-282-T	
19	FDP1-B001-O-283-T	
20	FDP1-B001-O-284-T	
21	FDP1-B001-O-285-T	
22	FDP1-B001-O-286-T	
23	FDP1-B001-O-287-T	
24	FDP1-B001-O-288-T	

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

Oppure:

01	FDP1-B001-I-001-J	FDP1-B001-O-001-J
02	FDP1-B001-I-002-J	FDP1-B001-O-002-J
03	FDP1-B001-I-003-J	FDP1-B001-O-003-J
04	FDP1-B001-I-004-J	FDP1-B001-O-004-J
05	FDP1-B001-I-005-J	FDP1-B001-O-005-J
06	FDP1-B001-I-006-J	FDP1-B001-O-006-J
07	FDP1-B001-I-007-J	FDP1-B001-O-007-J
08	FDP1-B001-I-008-J	FDP1-B001-O-008-J
09	FDP1-B001-I-009-J	FDP1-B001-O-009-J
10	FDP1-B001-I-010-J	FDP1-B001-O-010-J
11	FDP1-B001-I-011-J	FDP1-B001-O-011-J
12	FDP1-B001-I-012-J	FDP1-B001-O-012-J
13	FDP1-B001-I-013-J	FDP1-B001-O-013-J
14	FDP1-B001-I-014-J	FDP1-B001-O-014-J
15	FDP1-B001-I-015-J	FDP1-B001-O-015-J
16	FDP1-B001-I-016-J	FDP1-B001-O-016-J
17	FDP1-B001-I-017-J	FDP1-B001-O-017-J
18	FDP1-B001-I-018-J	FDP1-B001-O-018-J
19	FDP1-B001-I-019-J	FDP1-B001-O-019-J
20	FDP1-B001-I-020-J	FDP1-B001-O-020-J
21	FDP1-B001-I-021-J	FDP1-B001-O-021-J
22	FDP1-B001-I-022-J	FDP1-B001-O-022-J
23	FDP1-B001-I-023-J	FDP1-B001-O-023-J
24	FDP1-B001-I-024-J	FDP1-B001-O-024-J

3.6 *Etichette per tubetti*

Ogni tubetto dovrà essere etichettato con la sigla indicante il cavo di appartenenza ed il relativo intervallo di fibre.

Ad esempio:

FDP1-B002-I-013/024

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

3.6.1 **Ordine di posizionamento delle fibre**

All'interno del telaio, la numerazione dei subtelai parte dall'alto e cresce verso il basso.

Nell'ambito del subtelaio la posizione dei vassoi parte dal basso e cresce verso l'alto.

All'interno del vassoio la posizione delle fibre parte dall'interno (lato posteriore) e procede verso l'esterno (fronte), alternando le 2 posizioni inferiore e superiore dei due manicotti LC entro il medesimo alloggiamento. La posizione numero 1 sarà quindi quella più interna e inferiore, la 2 sarà immediatamente sopra alla 1, la 3 nel successivo alloggiamento verso il fronte telaio e così via.

In tal modo tutte le posizioni dispari saranno verso il fondo del vassoio, quelle pari sopra alle dispari aventi numerazione immediatamente precedente.

4 **Verifiche di Trentino Digitale**

Trentino Digitale si riserva di effettuare (anche tramite terze parti) verifiche sulla conformità delle etichettature sia come materiale che testi.

Nel caso di difformità rispetto alle specifiche ed alle istruzioni impartite dalla DL, Trentino Digitale può richiedere la regolarizzazione delle relative anomalie a cura e spese dell'Impresa. In caso d'inadempienza entro i tempi stabiliti da Trentino Digitale, la stazione appaltante provvederà ai necessari rilievi ed alle correzioni a spese dell'Impresa.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
1	23/09/14	ST nr. 31 Criteri di etichettatura	Prima emissione

Specifica tecnica nr. 26

Cavi in fibra ottica

Data 20 Dicembre 2020
Revisione 2

Redatto A. Battarelli
D. Erroi
S. Gorisbini

Verificato M. Felli

Approvato P. Simonetti

INDICE

1	SCOPO	3
2	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE BRETELLE	3
2.1	Linee guida generali	3
3	NOME DI SICUREZZA	3
4	INSTALLAZIONE E RIMOZIONE DELLE BRETELLE	4
4.1	Installazione	4
4.2	Rimozione	5
4.3	Pulizia	6
4.4	Documentazione	6
4.5	Etichettatura	7

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	20/12/20	ST nr. 26 Cavi in fibra ottica	Prima emissione

1 SCOPO

Il presente documento definisce le caratteristiche tecniche e costruttive dei cavi ottici da impiegarsi nella rete di Trentino Digitale.

2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE BRETELLE

Le bretelle impiegate nei nodi devono essere conformi alle seguenti specifiche tecniche:

- realizzazione low smoke zero alogen (LSZH) jacket in colore giallo;
- 900 micron tight buffer;
- tipologia OS1-OS2 9/125 conformi agli standard ITU 652.D;
- connettorizzazione SC o LC;
- possibilità di assemblaggio simplex e duplex (assemblaggio duplex disponibile con clip SC e LC);
- diametro esterno fibra singola: 2 mm;
- marcatura sulla bretella: deve permettere l'identificazione ed indicare lunghezza e lotto di produzione;
- confezionamento completo con etichetta di identificazione della bretella e misure di test (insertion loss e return loss sui connettori).

2.1 Linee guida generali

Le bretelle e gli altri dispositivi ottici sono soggetti a danneggiamento se utilizzati impropriamente, devono quindi essere trattati con cautela. All'atto del prelievo presso il magazzino di Trentino Digitale (o ricezione se spedito) ci si deve assicurare che il materiale corrisponda alle tipologie e quantitativi previsti nell'ordine di lavoro e che non presenti evidenti danni (ammaccature ed altre imperfezioni).

Custodire, ed eventualmente conservare, i materiali in un luogo pulito e asciutto, al riparo da ambienti difficili ed estremamente caldi o freddi.

3 NOME DI SICUREZZA

La principale precauzione da adottare è quella di evitare l'esposizione alla radiazione luminosa invisibile (infrarossa) presente nelle fibre ottiche attive.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	20/12/20	ST nr. 26 Cavi in fibra ottica	Prima emissione

Non guardare mai direttamente l'estremità di qualsiasi fibra ottica di cui non si sia assolutamente certi che sia spenta. La luce usata per la trasmissione dei segnali generalmente è invisibile all'occhio umano ma può avere una potenza tale da danneggiare l'occhio. Con l'uso di microscopi d'ispezione si può concentrare la luce presente nella fibra ed aumentare ulteriormente il pericolo. Utilizzare un misuratore di potenza ottica per verificare che non ci sia luce nella fibra.

Non mangiare, bere o fumare vicino agli armadi ove possono esserci particelle di fibra ottica cadute in fase di terminazione e giunzione che se ingerite possono essere nocive.

4 INSTALLAZIONE E RIMOZIONE DELLE BRETELLE

Il sistema di gestione delle bretelle negli armadi è stato realizzato al fine di prevenire danni ai cavi in fibra ottica: affinché ciò non avvenga né in fase di installazione né successivamente, occorre disporre accuratamente le bretelle nei passaggi predisposti.

Di seguito sono sinteticamente esposte le varie operazioni a cui attenersi per installare o rimuovere una bretella.

4.1 *Installazione*

L'attività di installazione di una nuova bretella ottica deve essere eseguita nelle seguenti fasi:

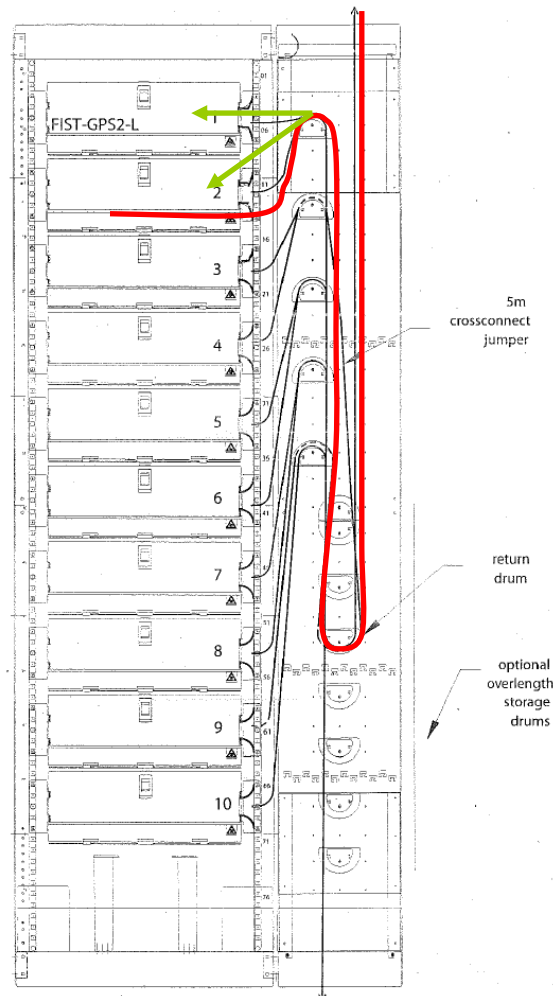
- identificazione della posizione del nuovo circuito da realizzare;
- inserzione di una estremità della bretella nel primo connettore/i;
- disporre la bretella lungo il percorso individuato;
- inserire l'altra estremità della bretella nel secondo connettore/i.

Prima di procedere alla chiusura degli armadi, occorre assicurarsi che la bretella non rimanga eccessivamente lasca al punto di fuoriuscire dall'armadio rischiandone lo schiacciamento.

Le bretelle devono essere disposte nell'armadio utilizzando i tamburi (*drum*) come sotto indicato:

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	20/12/20	ST nr. 26 Cavi in fibra ottica	Prima emissione

TELAIO (vista frontale)



- ogni tamburo serve DUE subtelai (non per i BOC)
- la bretella scende dall'alto, gira sui tamburi di destra, risale a sinistra;
- sempre ca 80 cm all'interno del sub telaio;
- NON incrociare le bretelle;
- NON impiegare bretelle più lunghe del necessario (a meno di non prevedere spostamenti successivi);

4.2 Rimozione

Passi per la rimozione di una bretella:

- individuazione del circuito esistente su entrambi i lati dei

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	20/12/20	ST nr. 26 Cavi in fibra ottica	Prima emissione

vassoi/cassette degli armadi coinvolti;

- rimozione della bretella su un lato ed immediata chiusura del connettore con l'apposito tappo;
- chiusura della porta liberate con relative tappo;
- muovere delicatamente la bretella fino ad individuarne il percorso;
- seguire il cavo lungo il percorso rimuovendolo delicatamente;
- individuare l'altra estremità e rimuoverla;
- eliminare la bretella dagli armadi.

Ove si vada a riutilizzare una bretella dismessa di lunghezza idonea, è necessario rimuoverla completamente prima di riposarla sul nuovo tracciato. In questo modo si eviteranno nel tempo dannosi grovigli e piegature dei cavi.

4.3 **Pulizia**

Le piccole dimensioni delle fibre ottiche le rendono particolarmente vulnerabili allo sporco e polvere. Per tale motivo è bene mantenere i massimi livelli di pulizia. Si raccomanda quindi di:

- cercare di lavorare in ambienti puliti ed ordinati;
- montare sempre i tappi protettivi sui connettori, patch panels ed apparati;
- non toccare mai le estremità dei connettori;
- utilizzare cartine apposite e solventi specifici per pulire i connettori (altri solventi possono lasciare residui);
- pulire periodicamente le bretelle di prova come pure gli ingressi delle apparecchiature di prova (OTDR, bobine di lancio, ecc.).

4.4 **Documentazione**

Ogni intervento d'installazione o rimozione di bretelle deve essere accuratamente documentato accedendo al sistema informativo aziendale o riportando le modifiche sulla documentazione predisposta dalla Società.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	20/12/20	ST nr. 26 Cavi in fibra ottica	Prima emissione

4.5 Etichettatura

4.5.1 Visibilità e durata

Tutte le etichette devono essere applicate in modo da essere visibili e facilmente leggibili in ogni successiva attività di manutenzione sugli armadi.

Le etichette devono offrire una durata, rispetto alle prevedibili condizioni ambientali nei nodi (umidità, temperatura), pari o superiore al componente etichettato.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	20/12/20	ST nr. 26 Cavi in fibra ottica	Prima emissione

Specifica tecnica nr. 30

Redazione degli “as built” ottici

Data 21 settembre 2020
Revisione 2

Redatto Marco Zancan

Verificato Andrea Degasperi

Approvato Alberto Battarelli

INDICE

1	Scopo e applicabilità	3
2	Condizioni generali.....	3
2.1	Formato della documentazione.....	3
2.2	Supporti	3
2.3	Riservatezza	3
3	Documentazione da produrre.....	3
3.1	Tracciato planimetrico generale della rete.....	3
3.2	Schema delle infrastrutture	4
3.3	Schema delle giunzioni e terminazioni.....	4
3.4	Schema dei telai	5
3.5	Misure ottiche	5
4	Verifiche di Trentino Digitale	5

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	21/09/20	ST nr. 30 redazione degli "as built" ottici	Seconda emissione

1 Scopo e applicabilità

Il presente documento descrive le modalità di redazione degli *as built* a seguito di interventi di posa/giunzione/terminazione di cavi ottici di dorsale o distribuzione al fine di fornire a Trentino Digitale la documentazione completa dell'infrastruttura quale riferimento presente e futuro.

2 Condizioni generali

2.1 Formato della documentazione

La documentazione dovrà essere fornita in formato *Portable Document Format* (PDF) oltre a quello nativo Autocad (DWG) per i disegni e Microsoft excel (XLS o CSV) per le tabelle.

2.2 Supporti

La documentazione dovrà essere fornita su copie cartacee nel numero richiesto da Trentino Digitale e su supporto digitale.

2.3 Riservatezza

L'Impresa s'impegna a non comunicare a terze parti i dati relativi ad impianti e Clienti di Trentino Digitale.

3 Documentazione da produrre

La documentazione da produrre nei formati indicati nel par. 2.1 è la seguente:

3.1 Tracciato planimetrico generale della rete

Sul tracciato planimetrico dei cavidotti dovranno essere riportati:

- a) il percorso di posa dei cavi (scala 1:5000), indicando la tipologia, la potenzialità e la lunghezza fisica dei cavi evidenziando i pozzetti che ospitano giunti e scorte con le relative lunghezze;
- b) le sottotubazioni posate, evidenziandone: tipologia, lunghezza, colorazione;

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	21/09/20	ST nr. 30 redazione degli "as built" ottici	Seconda emissione

- c) la tipologia degli eventuali nuovi pozzetti installati e quelli sostituiti con misure differenti;
- d) l'occupazione dei cavi all'interno delle infrastrutture utilizzate, tramite apposite schede pozzetto in allegato alla presente;
- e) particolari (1:100 o 1:50) relativi al percorso all'interno delle sedi utente collegate;
- f) monografie relative agli eventuali pozzetti ed altre opere civili di nuova realizzazione;
- g) report fotografico dei pozzetti oggetto di intervento, sia dell'interno del pozzetto (in cui siano visibili i tubi ed i cavi) che panoramiche per l'individuazione del pozzetto nel contesto urbano;
- h) report fotografico di ciascun telaio oggetto di modifica.

3.2 **Schema delle infrastrutture**

Si dovrà produrre uno schema dei collegamenti contenente le seguenti informazioni:

- a) schematico della rete;
- b) capacità dei cavi e relativo impiego (dorsale/distribuzione/accesso);
- c) tipologia dei giunti (linea, spillamento, derivazione);
- d) nodi di rete;
- e) utenze terminate;
- f) lunghezze ottiche per sezione, per tratta e per tipologia di fibra;
- g) tipologia di muffole impiegate (marca, modello ed equipaggiamento).

3.3 **Schema delle giunzioni e terminazioni**

Si dovrà produrre lo schema, redatto secondo le seguenti linee guida:

- a) rappresentazione unifilare del 100% delle fibre ottiche;
- b) allocazione dei tubetti costituenti il cavo nei moduli di giunzione;
- c) rappresentazione di tutti i giunti (di linea, di derivazione, di spillamento) e delle terminazioni esistenti.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	21/09/20	ST nr. 30 redazione degli "as built" ottici	Seconda emissione

3.4 Schema dei telai

Si dovranno produrre gli schemi dei telai installati nei nodi di rete in formato excel secondo i modelli forniti da Trentino Digitale.

In particolare la documentazione dovrà presentare le seguenti informazioni:

- a) indirizzo e nome della sede oggetto dell'installazione;
- b) rappresentazione del fronte telaio con indicazione dei cavi e fibre terminate/giuntate, evidenziandone la numerazione e posizione.

3.5 Misure ottiche

La documentazione dovrà essere completata delle misure ottiche richieste dalla specifica tecnica sia in formato pdf che, per i tracciati, in forma tabellare xls o csv.

4 Verifiche di Trentino Digitale

Trentino Digitale si riserva di effettuare (anche tramite terze parti) verifiche sulla corrispondenza della documentazione con lo stato reale.

Nel caso di difformità rispetto ai documenti presentati dall'Impresa Appaltatrice, Trentino Digitale può richiedere la regolarizzazione delle relative anomalie a cura e spese dell'Impresa. In caso d'inadempienza entro i tempi stabiliti da Trentino Digitale, la stazione appaltante provvederà ai necessari rilievi ed alle correzioni a spese dell'Impresa.

Rev.	Data	Titolo	Descrizione
2	21/09/20	ST nr. 30 redazione degli "as built" ottici	Seconda emissione