PRASSI DI RIFERIMENTO UNI/PdR 7:2014

Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Sistemi di minitrincea

Low environmental impact underground infrastructure technology - Mini-trenching systems

La prassi di riferimento fornisce specificazione descrittiva delle pratiche attuate per la realizzazione di infrastrutture interrate mediante tecnologia di minitrincea, per ogni soggetto operatore o Ente locale, al fine di una corretta gestione degli interventi nel sottosuolo, attraverso il loro coordinamento e la coerenza tecnica degli stessi.

This document provides a descriptive specification of the practices implemented in deploying underground infrastructures with the aid of mini-trenching technology, for use by single operators or local authorities, aimed at ensuring works below ground level are managed correctly, through proper coordination and verification of technical consistency.

Pubblicata il 19 giugno 2014

ICS 93.020

ITALIAN ASSOCIATION FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY

UNINDUSTRIA
UNIONE DEGLI INDUSTRIALI E DELLE IMPRESE DI ROMA • FROSINONE • RIETI • VITERBO

UNI ENTE ITALIANO DI NORMAZIONE

© UNI
Via Sannio 2 – 20137 Milano
Telefono 02 700241
www.uni.com – uni@uni.com

Tutti i diritti sono riservati.

I contenuti possono essere riprodotti o diffusi (anche integralmente) a condizione che ne venga data comunicazione all'editore e sia citata la fonte.

Documento distribuito gratuitamente da UNI.

© UNI
Via Sannio 2 – 20137 Milan
Phone +39 02 700241
www.uni.com – uni@uni.com

All rights reserved.

The contents of the document (also the full version) may be duplicated or distributed provided that UNI is informed and quoted.

This document is distributed by UNI free of charge.

La presente prassi di riferimento UNI/PdR 7:2014 è pubblicata con testo inglese e italiano.

FOREWORD

The UNI/PdR 7:2014 does not have the status of a UNI technical standard, nor of a technical specification UNI/TS or technical report UNI/TR it is, instead, a document developed under the authority of UNI and adopting the requirements related to practices shared by the following proposers who have signed an agreement of collaboration with UNI:

IATT – Italian Association for Trenchless Technology
Via Ruggero Fiore, 41
00136 Roma

UNINDUSTRIA – Unione degli Industriali e delle Imprese Roma, Frosinone, Latina, Rieti, Viterbo
Via Andrea Noale, 206
00155 Roma

This UNI/PdR has been developed by the working group “Minitrincea”, led by UNI and constituted by the following experts:

PAOLA FINOCCHI - Project Leader (Telecom Italia/IATT)

FRANCESCO CECERA (Telecom Italia/IATT)

EDOARDO COTTINO (Sirti/IATT)

ANGELO MACCARONE (Fastweb/IATT)

FLAVIO PADOVANI (Vermeer Italia/IATT)

GIOVACCHINO ROSATI (New Font/IATT)

PAOLO TROMBETTI (IATT)

ANTONIO TRUGLIO (UNINDUSTRIA)

DOMENICO VIOLA (Idroambiente/UNIPLAST)

This UNI/PdR has been ratified by UNI President on 18 June 2014.

UNI/PdRs are documents introducing technical requirements that are developed through a fast track process reflecting the consensus of the participants only, under the operational direction of UNI.
UNI/PdRs are valid for a limited duration of 5 years or until its transformation into another deliverable (UNI, UNI/TS, UNI/TR) whichever is the sooner. When 5 years have passed, the UNI/PdR shall be withdrawn if it is not transformed into another deliverable.

Further to the application of this UNI/PdR, anyone interested in providing suggestions for its improvement is requested to send their own contributions to UNI, Italian Organization for Standardization, which shall take them into account.

PREMESSA

La presente prassi di riferimento UNI/PdR 7:2014 non è una norma tecnica UNI, una specifica tecnica UNI/TS o un rapporto tecnico UNI/TR, ma è un documento elaborato da UNI che raccoglie prescrizioni relative a prassi condivise dai seguenti soggetti firmatari di un accordo di collaborazione con UNI:

IATT – Italian Association for Trenchless Technology
Via Ruggero Fiore, 41
00136 Roma

UNINDUSTRIA – Unione degli Industriali e delle Imprese Roma, Frosinone, Latina, Rieti, Viterbo
Via Andrea Noale, 206
00155 Roma

La presente prassi di riferimento è stata elaborata dal Tavolo “Minitrincea”, condotto da UNI, costituito dai seguenti esperti:

PAOLA FINOCCHI - Project Leader (Telecom Italia/IATT)

FRANCESCO CECERA (Telecom Italia/IATT)

EDOARDO COTTINO (Sirti/IATT)

ANGELO MACCARONE (Fastweb/IATT)

FLAVIO PADOVANI (Vermeer Italia/IATT)

GIOVACCHINO ROSATI (New Font/IATT)

PAOLO TROMBETTI (IATT)

ANTONIO TRUGLIO (UNINDUSTRIA)

DOMENICO VIOLA (Idroambiente/UNIPLAST)

La presente prassi di riferimento è stata ratificata dal Presidente dell’UNI il 18 giugno 2014.

Le prassi di riferimento UNI sono documenti che introducono prescrizioni tecniche, elaborati sulla base di un rapido processo di condivisione ristretta ai soli autori, sotto la conduzione operativa di UNI.
Le prassi di riferimento sono disponibili per un periodo non superiore a 5 anni, tempo massimo dalla loro pubblicazione entro il quale possono essere trasformate in un documento normativo (UNI, UNI/TS, UNI/TR) oppure devono essere ritirate.

Chiunque ritenesse, a seguito dell’applicazione della presente prassi di riferimento, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento è pregato di inviare i propri contributi all’UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione.

CONTENTS

INTRODUCTION 7

1 SCOPE 11

2 NORMATIVE REFERENCES 11

3 TERMS AND DEFINITIONS 13

4 PRINCIPLE 13

5 PRELIMINARY UNDERGROUND SURVEY 15

6 MINI-TRENCH 17

6.1 GENERAL 17

6.2 TYPES OF MACHINES AND MATERIALS UTILIZED 19

6.2.1 MACHINES 19

6.2.2 BACKFILL MATERIALS 21

6.3 MINI-TRENCHING PROCEDURE 23

6.3.1 EXCAVATION 23

6.3.2 CLEANING THE MINI-TRENCH 23

6.3.3 LAYING THE INFRASTRUCTURE 25

6.3.4 BACKFILL 27

6.3.5 MARKING THE MINI-TRENCH 29

6.3.6 REINSTATEMENT 31

6.3.7 CONNECTION TO ACCESS CHAMBERS 33

7 NARROW-MINI-TRENCH 33

7.1 GENERAL 33

7.2 TYPES OF MACHINES AND MATERIALS UTILIZED 37

7.2.1 MACHINES 37

7.2.2 BACKFILL MATERIALS 41

7.3 NARROW-MINI-TRENCHING PROCEDURE 43

7.3.1 EXCAVATION 43

7.3.2 CLEANING THE NARROW-MINI-TRENCH 43

7.3.3 LAYING THE INFRASTRUCTURE 45

7.3.4 BACKFILL 45

7.3.5 REINSTATEMENT 47
7.3.6 CONNECTION TO ACCESS CHAMBERS 47
8 SAFETY 47
ANNEX A – MAIN LEGISLATIVE REFERENCES 49
BIBLIOGRAPHY 51

SOMMARIO

INTRODUZIONE 8

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE 12

2 RIFERIMENTI NORMATIVI 12

3 TERMINI E DEFINIZIONI 14

4 PRINCIPIO 14

5 INDAGINE PREVENTIVA DEL SOTTOSUOLO 16

6 MINITRINCEA 18

6.1 GENERALITÀ 18

6.2 TIPOLOGIA DI MEZZI E MATERIALI UTILIZZATI 20

6.2.1 MEZZI 20

6.2.2 MATERIALI DI RIEMPIMENTO 22

6.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA MINITRINCEA 24

6.3.1 SCAVO 24

6.3.2 PULIZIA DELLA MINITRINCEA 24

6.3.3 POSA DELL'INFRASTRUTTURA 26

6.3.4 RIEMPIMENTO 28

6.3.5 SEGNALAZIONE DELLA MINITRINCEA 30

6.3.6 RIPRISTINO 32

6.3.7 INGRESSO NEI MANUFATTI 34

7 MINITRINCEA RIDOTTA 34

7.1 GENERALITÀ 34

7.2 TIPOLOGIA DI MEZZI E MATERIALI UTILIZZATI 38

7.2.1 MEZZI 38

7.2.2 MATERIALI DI RIEMPIMENTO 42

7.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA MINITRINCEA RIDOTTA 44

7.3.1 SCAVO 44

7.3.2 PULIZIA DELLA MINITRINCEA RIDOTTA 44

7.3.3 POSA DELL'INFRASTRUTTURA 46

7.3.4 RIEMPIMENTO 46

7.3.5 RIPRISTINO 48
7.3.6 INGRESSO NEI MANUFATTI 48
8 SICUREZZA 48
APPENDICE A – PRINCIPALI RIFERIMENTI LEGISLATIVI 49
BIBLIOGRAFIA 52

INTRODUCTION

This document relates to the installation of infrastructures and utilities (pipes and/or cables) using mini-trenching technology. More exactly, the document refers to so-called “trenchless”, or “no dig”, or "low environmental impact" technologies, which can be employed for laying, reutilizing, upgrading and replacing underground infrastructure and utility grids — typically water, telecommunications, power and drains — with little or no recourse to open cut excavation.

Internationally, these technologies are recognized as making up five macro families:

a) surveying technologies;

b) directional drilling technologies;

c) non-directional drilling technologies;

d) technologies for upgrading and repairing networks;

e) associated technologies.

Mini-trenching belongs to the family of "associated technologies" and is used mainly for installing telecom cable networks, water supply mains, and electrical power grids such as street lighting and traffic signalling systems.

Like all trenchless technologies, mini-trenching affords the advantage — compared to traditional excavation — of significantly reduced social and environmental impact, lower energy requirements, and better levels of safety both for workers on site and for passers-by in the immediate vicinity of the site.

Figure 1 – Minimal impact of mini-trenching on road traffic

INTRODUZIONE

Il presente documento fa riferimento alla realizzazione di infrastrutture (tubi e/o cavi) con la tecnologia della minitrincea. Tale tecnologia rientra nelle cosiddette “trenchless technologies”, anche dette “no dig” o “a basso impatto ambientale”, che permettono di effettuare la posa, il riutilizzo, il risanamento e la sostituzione delle reti dei sottoservizi, tipicamente acqua, telecomunicazioni, energia e fognature, con un nullo o limitato ricorso agli scavi a cielo aperto.

In ambito internazionale queste tecnologie vengono raggruppate in cinque macro famiglie:

a) tecnologie conoscitive;

b) tecnologie di posa orizzontali guidate;

c) tecnologie di posa non guidate;

d) tecnologie per il risanamento e riparazione delle reti;

e) tecnologie associate.

La tecnologia della minitrincea appartiene alla famiglia delle “tecnologie associate” e viene utilizzata principalmente per realizzare reti di telecomunicazione, reti idriche ed elettriche quali la pubblica illuminazione e i sistemi semaforici.

Come tutte le tecnologie trenchless, la minitrincea, rispetto allo scavo tradizionale, ha la caratteristica di ridurre drasticamente gli impatti socio ambientali, il consumo energetico e di migliorare i livelli di sicurezza del personale presente in cantiere e di quanti si trovino a transitare nelle sue immediate vicinanze.

Figura 1 – Impatto minimo della tecnologia sulla circolazione stradale

This UNI/PdR reflects the need to create technical reference documents for cutting trenches of minimal dimensions, available to operators or local authorities, with the end in view of ensuring that works below ground level are managed correctly.

Italian legislation — notably Presidential Decree n° 207 of 5 October 2010, Rules for enacting and implementing Legislative Decree n° 163 of 12 April 2006, also sundry decrees aiding development and growth in Italy — promotes the use of trenchless technologies, and in particular mini-trenching, which are defined as mini excavation technologies with low environmental impact to highlight their advantages for the community.

La prassi di riferimento nasce dalla necessità di creare documenti tecnici di riferimento per la realizzazione di trincee di dimensioni ridotte, per ogni operatore o Ente locale, al fine di una corretta gestione degli interventi nel sottosuolo.

La legislazione italiana – attraverso il D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 e i diversi decreti volti a incentivare lo sviluppo e la crescita del Paese - promuove l'impiego delle tecnologie trenchless e, in particolare, della minitrincea, denominandole tecnologie di miniscavo a basso impatto ambientale per evidenziarne i vantaggi sulla collettività.

1 SCOPE

This UNI/PdR provides a descriptive specification of the practices implemented in deploying underground infrastructures with the aid of mini-trenching technology, for use by single operators or local authorities, aimed at ensuring works below ground level are managed correctly, through proper coordination and verification of technical consistency.

This document describes the techniques connected with excavating and backfilling small trenches, laying pipes/cables and reinstating road surfaces; it also indicates the equipment utilized and the application limits.

The following are excluded from the scope of this UNI/PdR:

- grids and networks of which the regulations envisage installation at a depth greater than that specified for mini-trenching methods;
- technologies other than those associated with mini-trenching, such as traditional open cut excavation;
- gas mains, which are subject to specific regulations.

2 NORMATIVE REFERENCES

This UNI/PdR makes reference, by dated and undated references, to provisions contained in other publications. These normative references are cited at the appropriate points in the text and listed below. For dated references, subsequent amendments or revisions made to any of these publications apply only when cited in the present document as update or review. For undated references, the latest edition of the referenced publication applies.

UNI 10576 Protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo

UNI EN 12390-3 Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens

UNI EN 13687-3 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Determination of thermal compatibility - Part 3: Thermal cycling without de-icing salt impact

UNI EN 13892-3 Methods of test for screed materials - Part 3: Determination of wear resistance-Böhme

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente prassi di riferimento fornisce specificazione descrittiva delle pratiche attuate per la realizzazione di infrastrutture interrate mediante tecnologia di minitrincea, per ogni soggetto operatore o Ente locale, al fine di una corretta gestione degli interventi nel sottosuolo, attraverso il loro coordinamento e la coerenza tecnica degli stessi.

Tale documento descrive le tecniche connesse alle attività di scavo e di riempimento delle trincee di dimensioni ridotte, la posa dell'infrastruttura, il ripristino delle superfici stradali, i relativi strumenti utilizzati e i limiti applicativi.

Sono esclusi dal campo di applicazione della prassi di riferimento:

- le reti dei servizi le cui normative contemplino una posa a profondità superiore di quella definita per la tecnica della minitrincea;
- le tecnologie differenti da quelle delle trincee ridotte come, per esempio, lo scavo tradizionale "a cielo aperto";
- le reti del servizio gas, soggette a normativa specifica.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente prassi di riferimento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nel presente documento come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

UNI 10576 Protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo

UNI EN 12390-3 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini

UNI EN 13687-3 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della compatibilità termica - Cicli termici senza immersione in sali disgelanti

UNI EN 13892-3 Metodi di prova per materiali per massetti - Parte 3: Determinazione della resistenza all'usura con il metodo Böhme

3 TERMS AND DEFINITIONS

For the purpose of this document, the following terms and definitions apply.

3.1 infrastructure: Cables, pipelines or access chambers laid underground.

3.2 chamber: Pit or enclosure located underground and designed so as to allow internal access for the purposes of laying, joining and branching cables and pipelines, as well as operating items of equipment and accessory devices that may be installed within the enclosure.

3.3 mini-trench: Trenchless technology allowing the installation of utility grids by cutting a channel of minimal width in the road surface, laying pipes and/or cables simultaneously with or following the cut, and backfilling with cement mortar.

3.4 underground utility grids: Primary service networks, typically telecommunications, routed through special ducts laid underground.

3.5 trenchless technologies: Technologies characterized by low environmental impact, allowing the renewal, upgrade or installation of existing or new infrastructures with minimal open cut excavation.

4 PRINCIPLE

This UNI/PdR specifies detailed technical requirements relating to mini-trenching operations carried out by installation contractors for the account of single operators or local authorities, to the end of ensuring that works below ground level are managed correctly.

Using trenchless methods, cables and pipelines can be laid underground swiftly and with minimal impact either on the environment or on the community. Compared to traditional methods, in effect, these methods significantly reduce the time needed for occupation of the road site and completion of the work. Mini-trenching methods for laying pipes and cables can be used in both urban and suburban areas, and are especially advantageous for locations characterized by high levels of road traffic and business activity.

Depending on the dimensions of the infrastructure to be installed, and the location (optimization of work sites), mini-trenching methods are divided into two macro categories:

a) mini-trench;

b) narrow-mini-trench.

This document specifies that, whatever the mini-trenching method adopted, in order to safeguard existing infrastructures, a preliminary underground survey should be conducted using georadar techniques, and the findings studied in conjunction with information supplied by other bodies and by the site operator.

3 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento valgono i termini e le definizioni seguenti.

3.1 infrastruttura: Cavi, tubazioni o manufatti di contenimento posati nel sottosuolo.

3.2 manufatto: Pozzetto o cameretta ubicati nel sottosuolo e realizzati in modo da consentire l'accesso al loro interno per le operazioni di posa, giunzione e derivazione dei cavi e delle tubazioni nonché per l'azionamento delle apparecchiature e delle installazioni accessorie eventualmente presenti negli stessi.

3.3 minitrincea: Tecnologia trenchless che permette la posa delle reti dei servizi attraverso l'esecuzione contemporanea o meno di fresatura di dimensioni ridotte del manto stradale, sistemazione dell'infrastruttura e/o cavi e riempimento con malta cementizia.

3.4 reti dei servizi o dei sottoservizi: Reti dei servizi primari, tipicamente telecomunicazioni, incanalati in apposite condutture realizzate nel sottosuolo.

3.5 tecnologie trenchless: Tecnologie a basso impatto ambientale che consentono il rinnovo, il risanamento e la realizzazione di nuove reti di servizi limitando gli scavi a cielo aperto.

4 PRINCIPIO

La prassi di riferimento specifica le prescrizione tecniche volte a dettagliare la realizzazione di minitrincee, da parte di imprese esercenti attività di posa di reti, per ogni soggetto operatore o Ente locale, al fine di una corretta gestione degli interventi nel sottosuolo.

Le tecniche di posa mediante minitrincea permettono di intervenire nel sottosuolo in maniera rapida e con un minimo impatto sull'ambiente e sulla collettività. Infatti, tali tecniche riducono drasticamente, rispetto agli interventi tradizionali, i tempi di realizzazione e l'occupazione della superficie stradale. Le tecniche di posa mediante minitrincea possono essere impiegate sia in aree urbane sia extraurbane e sono particolarmente indicate anche dove il traffico veicolare e la presenza di attività commerciali sono intense.

A seconda delle dimensioni dell'infrastruttura da posare e del luogo di intervento (ottimizzazione dei cantieri), le tecniche di posa mediante minitrincea sono distinte in due macro-categorie:

a) minitrincea;

b) minitrincea ridotta.

Il documento specifica che, per qualunque tecnica di minitrincea, al fine di salvaguardare le infrastrutture esistenti, è opportuno svolgere un'indagine preventiva del sottosuolo attraverso tecniche georadar, correlata alle informazioni fornite da altri Enti e dal gestore del suolo in cui si interviene.

The document also describes the type of machinery and materials to be employed and the mini-trenching and narrow-mini-trenching methods to be adopted, covering the various steps of cutting, cleaning/dust extraction, laying, backfilling and marking the trench, and reinstatement of the site to its previous condition.

Annex A lists the main legislative references pertinent to mini-trenching technologies.

5 PRELIMINARY UNDERGROUND SURVEY

Mini-trenching procedures are characterized by the use of a cutting tool engaging the ground in such a way that the operator cannot be warned in time if there are areas along the path of the cut already occupied by pipes or cables, which consequently risk being damaged. Accordingly, it is essential that underground surveys are carried out beforehand so as to verify whether or not there are utilities already in place, and if so, ensure that the appropriate precautionary measures are adopted. In this regard, with reference to the protection of gas pipelines during underground works, the UNI 10576 applies.

The preliminary geophysical survey serves to gather information on the nature and the structure of the subsoil, provided by a set of measurements taken from above ground. These measurements relate to certain physical parameters characteristic of the stone and other material in the subsoil, such as electrical resistivity, density, elastic and dielectric constants, magnetic susceptibility.

The collection of data and their subsequent processing and interpretation enable to reconstruct the structure and composition of the subsoil and formulate hypotheses as to the nature and geometry of any buried objects.

The selection of the geophysical methodology to adopt is heavily influenced by the depth of the survey and the lithology and state of the ground.

Georadar, or Ground Penetrating Radar (GPR), is one of the systems most widely used for conducting geophysical surveys on soils, and its fields of application are many and various: it can be used advantageously for identifying geological structures, locating ground water levels, karst cavities and underground utilities, also for archaeological surveys and any other procedures serving to identify and differentiate between materials contained in the subsoil.

The operation of GPR is based on the ability of an instrument to transmit radio frequency signals into the ground and record the rebounds from objects buried beneath the surface, characterized by electromagnetic properties different from those of the soil in which they are embedded. Any objects present in the subsoil generate characteristic hyperbolic shapes in the radar images.

Schematically, the typical GPR system comprises:

La prassi di riferimento descrive la tipologia dei mezzi e materiali da utilizzarsi e le modalità di esecuzione della minitrincea e della minitrincea ridotta, con riferimento alle fasi di scavo, pulizia/aspirazione, posa dell'infrastruttura, riempimento, segnalazione e ripristino della sede dove si è intervenuti.

L'Appendice A riporta l'elenco delle principali disposizioni di legge di riferimento per le tecnologie di minitrincea.

5 INDAGINE PREVENTIVA DEL SOTTOSUOLO

Le attività di scavo con sistemi di minitrincea sono caratterizzate dall'utilizzo di un mezzo fresa, che non permette all'operatore di avvedersi in tempo se la zona di scavo è attraversata da sottoservizi con conseguente pericolo di danneggiamento delle reti esistenti. Per questo motivo è indispensabile effettuare le indagini preventive del sottosuolo, in modo da verificare l'eventuale presenza di reti di sottoservizi e adottare gli opportuni accorgimenti preventivi. A tale proposito, è di riferimento la UNI 10576 in materia di protezione delle tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo.

L'indagine geofisica preventiva allo scavo ha come scopo quello di ottenere informazioni sulla natura e sulla struttura del sottosuolo attraverso una serie di misure effettuate dalla superficie. Tali misure riguardano alcuni parametri fisici caratteristici delle rocce e dei materiali presenti nel sottosuolo, come la resistività elettrica, la densità, le costanti elastiche e dielettriche, la suscettività magnetica.

La raccolta dei dati, le successive fasi di elaborazione e interpretazione, consentono di ricostruire la struttura e composizione del sottosuolo e di formulare ipotesi sulla natura e la geometria degli eventuali oggetti sepolti.

La scelta del tipo di metodologia geofisica da adottare è fortemente condizionata dalla profondità di indagine e dalla litologia e dallo stato del terreno.

Il Georadar, definito anche Ground Penetrating Radar (GPR), è uno tra i sistemi più utilizzati per le indagini geofisiche dei terreni e i suoi campi di applicazione sono moltissimi e vari: può essere utilizzato con successo per l'individuazione di strutture geologiche, per la localizzazione di superfici freatiche, di cavità carsiche, di reti di sottoservizi, per indagini archeologiche e per quant'altro implichi la conoscenza di differenziazioni nei materiali del sottosuolo.

Il funzionamento di un GPR si basa sulle capacità dello strumento di emettere segnali a radiofrequenza nel sottosuolo e registrare quelli riflessi dagli oggetti interrati, caratterizzati da proprietà elettromagnetiche diverse da quelle del terreno che li circonda. Eventuali oggetti presenti nel sottosuolo generano nelle immagini radar caratteristiche forme iperboliche.

Schematicamente, il Georadar è costituito da:

a) a control unit (battery powered) to which the antennas are connected by way of special cables;

b) one or two antennas, or an array of antennas, serving to transmit electromagnetic pulses and capture the reflected or refracted signals;

c) a data acquisition and archiving unit.

Examples of GPR machines and map generation are shown in Figure 2.

Figure 2 – Examples of radar machines and map generation

6 MINI-TRENCH

6.1 GENERAL

A mini-trench is created by cutting a channel to a nominal width greater than 5 cm but no greater than 20 cm, and to a nominal depth of between 35 cm and no more than 50 cm (see Figure 3).

a) una unità di controllo (alimentata da una batteria) alla quale, tramite cavi di particolari caratteristiche, sono collegate le antenne;

b) una, due o un array di antenne, che hanno la funzione di inviare impulsi elettromagnetici e captare i segnali riflessi o rifratti;

c) una unità di acquisizione e di archivio dei dati raccolti.

Esempi di macchine radar e di generazione della mappa sono rappresentati in Figura 2.

Figura 2 – Esempi di macchine radar e di generazione della mappa

6 MINITRINCEA

6.1 GENERALITÀ

La minitrincea deve essere realizzata effettuando uno scavo di larghezza nominale maggiore di 5 cm e minore/uguale di 20 cm e profondità nominale da 35 cm fino ad un massimo di 50 cm (vedere Figura 3).

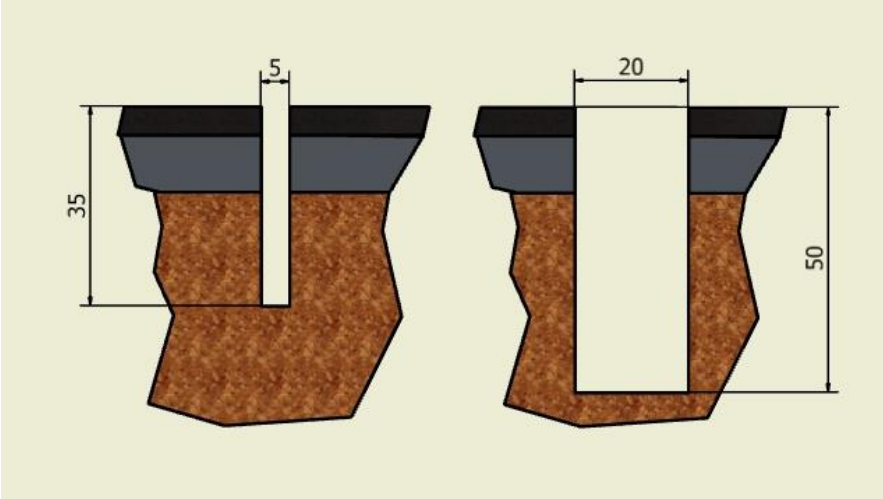

Figure 3 – Minimum and maximum dimensions of the mini-trench, in cm

The use of mini-trenching technology is especially suitable in urban or suburban locations, on asphalted surfaces such as carriageways and footways, having a base of compact material, which may include asphalt or concrete. The method is also suitable for unmetalled roads and/or verges but is limited when the ground contains a high proportion of gravel, or on cobblestones, or on surfaces with superior quality paving (porphyry, stone slabs, keyblock).

Mini-trenching systems can be used for laying pipes and cables both longitudinally and transversely in relation to the road bed.

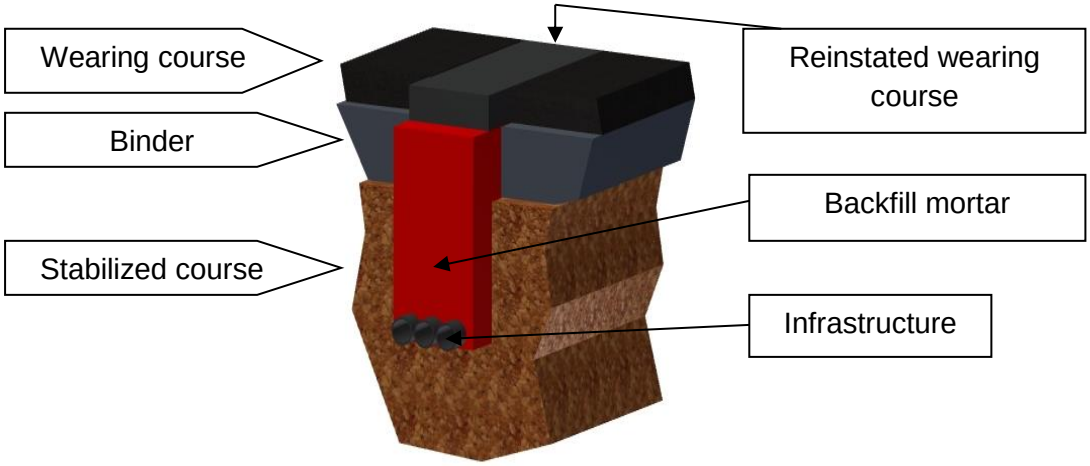

Figure 4 – Example of mini-trench

6.2 TYPES OF MACHINES AND MATERIALS UTILIZED

6.2.1 MACHINES

The cut shall be made using suitable disc tools mounted to a machine. There are two types of mini-trenching systems that can be used:

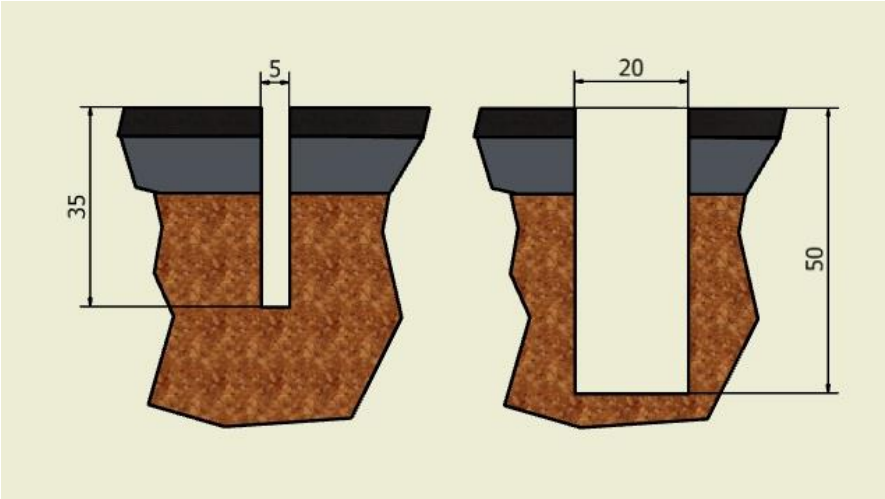

Figura 3 – Dimensioni minime e massime in cm della minitrincea

L'utilizzo della tecnica della minitrincea è particolarmente indicata in ambito urbano o extra-urbano su superfici asfaltate, come strade o marciapiedi, con una base di materiale compatto, anche con presenza di asfalto o cemento. L'impiego della tecnica è anche possibile su strade sterrate e/o banchine ed è limitato quando il sottosuolo ha un'elevata presenza di materiale ghiaioso, acciottolati o su strade con pavimentazione di pregio (porfido, materiali lapidei, autobloccanti).

I sistemi di minitrincea possono essere utilizzati sia per la posa longitudinale che trasversale della sede stradale.

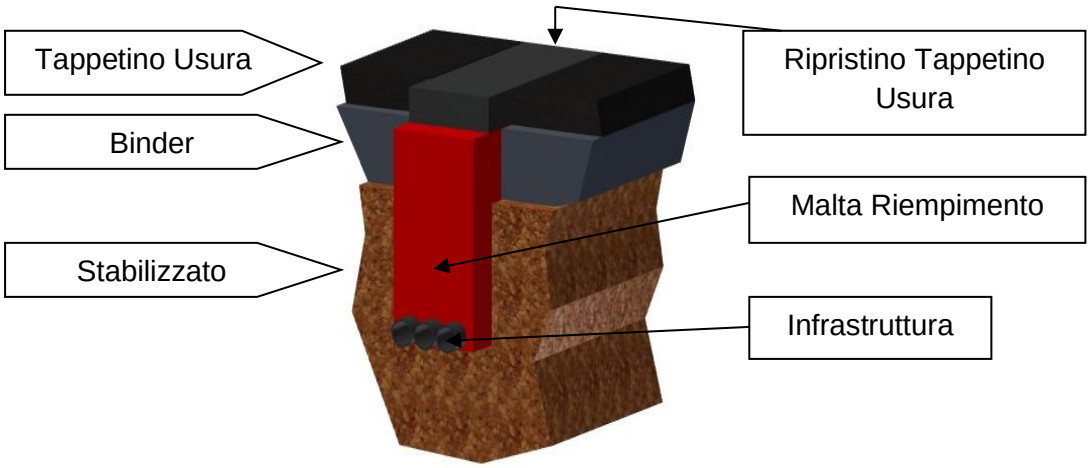

Figura 4 – Esempio di minitrincea

6.2 TIPOLOGIA DI MEZZI E MATERIALI UTILIZZATI

6.2.1 MEZZI

La minitrincea deve essere eseguita utilizzando idonee frese a disco montate su macchina operatrice. I sistemi utilizzati per la realizzazione di minitrincea possono essere di due tipi:

a) single machines performing successive steps, namely: trencher with disc cutter, machine for collection of spoil, underground cable/pipe laying machine, concrete mixer or similar for backfilling the trench;

b) combination trenching-laying-backfilling machines. The system shall comprise essentially the following units:

- a machine for cutting the trench;
- a dumper truck equipped with a dust extraction system, for collection of the spoil;
- a hopper, mounted to a vehicle or directly to a concrete mixer truck, for backfilling the trench.

Figure 5 – Example of machine for mini-trench

6.2.2 BACKFILL MATERIALS

The material used to backfill the trench shall be a concrete mix (indicatively containing 200 kg/m^3 cement) prepared with suitable foaming and aerating additives, designed to produce a structure having characteristics as similar as possible to those of the existing subsoil. The requisite technical specifications of the backfill concrete are as follows:

a) compressive strength (to UNI EN 12390-3):

- after 24 hours: between 5 and 10 N/mm^2;
- after 28 days: between 15 and 20 N/mm^2;

b) specific gravity: between 1500 and 1800 kg/m^3;

c) water absorption: between 150 and 180 kg/m^3.

a) mezzi singoli, che lavorano in fasi successive, quali: macchina con fresa a disco, macchina per recupero materiale di risulta, mezzo per posa infrastruttura, betoniera o similare per riempimento dello scavo;

b) mezzi per l'esecuzione integrata di scavo, posa tubi e rinterro. Il sistema deve essere composto principalmente dalle seguenti unità:

   - una macchina per l'esecuzione dello scavo della minitrincea;
   - un autocarro dotato di dispositivo aspiratore e cassone per lo stoccaggio del materiale di risulta dello scavo;
   - una tramoggia, da abbinare a un autocarro o direttamente a un'autobetoniera, per il riempimento dello scavo.

Figura 5 – Esempio di macchina di minitrincea

6.2.2 MATERIALI DI RIEMPIMENTO

Il materiale per il riempimento della trincea deve essere un conglomerato cementizio (valore indicativo: cemento 200 kg/m^3) opportunamente additivato con prodotti ad azione schiumogena e aeranti, atti a determinare una struttura il più possibile simile alle caratteristiche del sottofondo esistente. Le caratteristiche tecniche del conglomerato cementizio per il riempimento devono essere le seguenti:

a) resistenza a compressione (secondo la UNI EN 12390-3):

   - dopo 24 ore: compresa tra 5 e 10 N/mm^2;
   - dopo 28 gg: compresa tra 15 e 20 N/mm^2;

b) massa volumica: variabile tra 1500 e 1800 kg/m^3;

c) assorbimento di acqua: compreso tra 150 e 180 kg/m^3.

The concrete mix, prepared to the specifications indicated above, shall guarantee the following quality-related performance characteristics:

a) volumetric stability;

b) adhesion to trench walls and to infrastructure components;

c) complete filling of the envisaged excavated volume;

d) elimination of differential subsidence;

e) curing times and development of rated strength such as will allow reinstatement of the road bed 24 hours after backfilling;

f) compressive strength sufficient to withstand the stresses deriving from heavy and light traffic;

g) permeability to gases and liquids;

h) ease of re-excavation;

i) high workability (stability and cohesion when mixed, flowability allowing delivery with concrete pump).

In addition to holding the infrastructure firmly in place at the bottom of the trench, the backfill material shall also ensure a high degree of mechanical protection.

6.3 MINI-TRENCHING PROCEDURE

The route followed by the trench shall be linear as far as possible, with no sharp changes in direction, and shall not exceed the minimum bending radius specified for the infrastructure and/or underground utility laid at the bottom of the channel.

6.3.1 EXCAVATION

The mini-trench is formed in a single operation that involves wrecking the surface of the carriageway or footway and simultaneously cutting a channel of cross section proportioned to accommodate the infrastructure and/or underground utility.

6.3.2 CLEANING THE MINI-TRENCH

The step of cleaning the trench shall be implemented immediately after making the cut. This step involves the following operations:

a) removal of spoil from the edges of the cut. Spoil shall be disposed of only at authorized landfill sites, proceeding in accordance with current statutory regulations;

b) removal of fragments lying adjacent to the trench, generated by damage to the paving or wearing course during excavation;

c) cleaning the bottom of the mini-trench.

Il conglomerato, realizzato secondo le caratteristiche sopra descritte, deve garantire le seguenti prestazioni di qualità:

a) stabilità volumetrica;

b) adesione alle pareti dello scavo e alle infrastrutture;

c) completo riempimento del volume previsto nello scavo;

d) eliminazione di cedimenti differenziati;

e) tempi di presa ed uno sviluppo delle resistenze tali da permettere il ripristino delle sedi stradali dopo le 24 ore dall'esecuzione del rinterro;

f) resistenza a compressione idonea a sopportare le sollecitazioni derivate dal traffico leggero e pesante;

g) permeabilità ai gas e ai liquidi;

h) facilità di rimozione;

i) elevata lavorabilità (stabilità e coesione all'impasto, fluidità tale da renderlo impiegabile mediante apposita pompa).

Il materiale di riempimento, oltre a bloccare l'infrastruttura sul fondo della minitrincea, deve avere la funzione di garantire una protezione superiore di tipo meccanico.

6.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA MINITRINCEA

Il percorso della minitrincea deve essere il più possibile lineare, esente da bruschi cambiamenti di direzione, e tale da rispettare i raggi minimi di curvatura specificati per l'infrastruttura e/o il sottoservizio da posizionare alla base dello scavo.

6.3.1 SCAVO

La minitrincea deve essere realizzata effettuando contemporaneamente il disfacimento della pavimentazione e uno scavo avente una sezione di dimensione variabile in funzione dell'infrastruttura e/o dei sottoservizi che deve contenere.

6.3.2 PULIZIA DELLA MINITRINCEA

La fase di pulizia della minitrincea deve essere eseguita successivamente alla fase di scavo. Tale fase deve prevedere le attività seguenti:

a) rimozione dei materiali di risulta dai bordi dello scavo. I materiali di risulta devono essere smaltiti presso discariche autorizzate secondo le modalità previste dalle leggi vigenti;

b) rimozione delle parti di pavimentazione adiacente allo scavo, danneggiata durante la fase di scavo;

c) pulizia del fondo della minitrincea.

Following these operations, the cross section of the trench shall be completely clear.

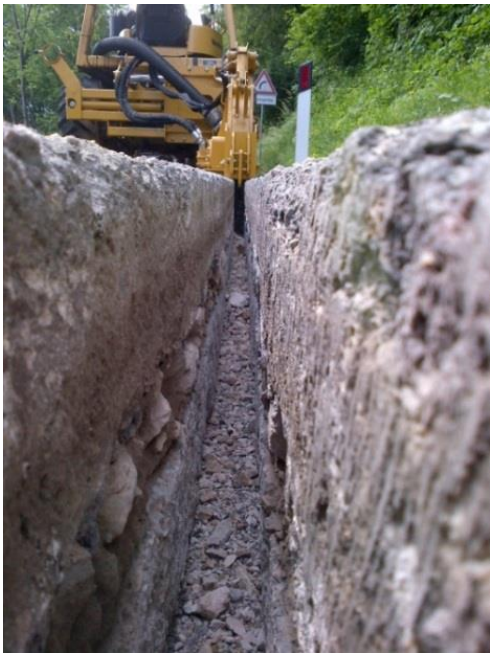

Figure 6 – Appearance of mini-trench after cutting and cleaning

6.3.3 LAYING THE INFRASTRUCTURE

The infrastructure or underground utilities can be laid adopting two different methods:

a) simultaneously with excavation;

b) following excavation.

In the case of simultaneous trenching and laying, on encountering obstacles or particular situations where work can no longer proceed, it shall be possible to release the reel of pipes and/or cables from the machine or vehicle and switch to other laying systems.

The configuration and positioning of the infrastructure in the trench shall be controlled in such a way that linear alignment is maintained along the entire length of the run, using appropriate fixing systems if need be.

In the case of infrastructures consisting in pipelines, the pipe ends should always be protected to prevent the risk of foreign matter entering when work is in progress.

Al termine di queste attività, la sezione della trincea deve risultare completamente svuotata.

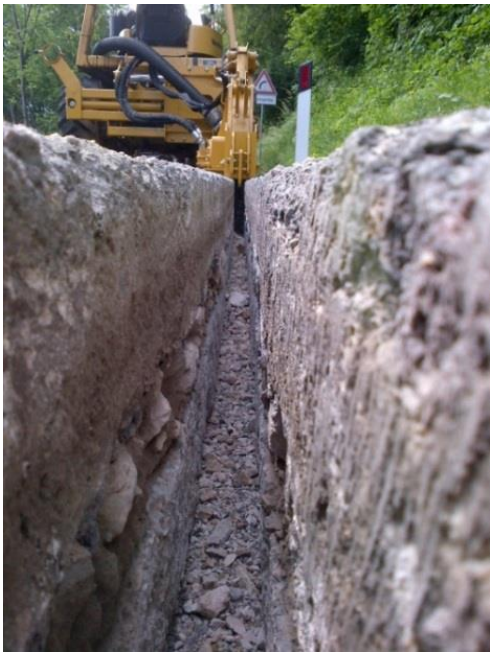

Figura 6 – Aspetto della minitrincea dopo la fase di taglio e di pulizia

6.3.3 POSA DELL'INFRASTRUTTURA

L'infrastruttura o i sottoservizi possono essere installati con due differenti modalità di posa:

a) concomitante all'attività di scavo;

b) successiva alla fase di scavo.

In caso di posa concomitante, qualora si presentassero ostacoli o situazioni particolari per cui non è possibile proseguire con la minitrincea, deve essere possibile svincolare dalla macchina la bobina dei tubi costituenti l'infrastruttura e/o dei cavi e proseguire con altri sistemi di posa.

La configurazione e la posizione dell'infrastruttura all'interno dello scavo deve essere mantenuta lineare per l'intera lunghezza del tracciato, anche attraverso appositi sistemi di fissaggio.

Nel caso di infrastrutture costituite da tubi è sempre opportuno proteggere le estremità al fine di evitare che possano entrare corpi estranei durante le fasi operative.

Figure 7 – Laying the infrastructure in the mini-trench

6.3.4 BACKFILL

Once the infrastructure and/or underground utilities have been laid, the open trench is backfilled with a concrete mix as described in heading 6.2.2. The trench shall be backfilled up to the level of the wearing course (e.g. bituminous asphalt surface).

The height of the backfill shall be gauged according to the depth of the excavation, the nature of the bed and the type and thickness of the surface.

The following table illustrates a few examples of backfill sections:

Nature of bed and type of surface	**Height of backfill (cm)**		
	Excavation depth 35 cm	Excavation depth 40 cm	Excavation depth 50 cm
Bituminous asphalt carriageway	29	34	44
Concrete carriageway	25	30	40
Bituminous asphalt footway	33	38	48
Concrete footway	29	34	44
Unmetalled road	25	30	40

Likewise during the backfill step, the geometry of the infrastructure and its correct positioning at the bottom of the trench shall be maintained; any fixing systems used to secure the infrastructure in place shall allow optimum penetration of the filling material, leaving no voids.

Figura 7 – Posa dell'infrastruttura nella minitrincea

6.3.4 RIEMPIMENTO

Terminata la posa dell'infrastruttura e/o dei sottoservizi, si deve procedere al riempimento della sezione di scavo con conglomerato cementizio come descritto al 6.2.2. Il riempimento dovrà essere completo escludendo il solo strato di pavimentazione superficiale (per esempio, il tappetino bituminoso).

L'altezza del riempimento deve essere conseguita in funzione della profondità di scavo, della sede di posa e del tipo e spessore di pavimentazione.

La seguente tabella rappresenta alcuni esempi di sezione di riempimento:

Sede di posa e tipo pavimentazione	**Altezza del riempimento (cm)**		
	Profondità di scavo 35 cm	Profondità di scavo 40 cm	Profondità di scavo 50 cm
Carreggiata in conglomerato bituminoso	29	34	44
Carreggiata in conglomerato cementizio	25	30	40
Marciapiede in conglomerato bituminoso	33	38	48
Marciapiede in conglomerato cementizio	29	34	44
Sterrato	25	30	40

Anche durante la fase di riempimento della minitrincea, deve essere garantita la geometria dell'infrastruttura e il suo posizionamento alla base dello scavo; eventuali appositi sistemi di fissaggio dell'infrastruttura devono garantire una penetrazione ottimale del materiale di riempimento.

The backfill material shall be deposited in the trench using a delivery system guaranteed not to soil the inside faces of the surface layer, typically asphalt, that have been exposed by the action of the cutting tool.

On completion of the backfill operation, in readiness for reinstatement of the surface, all necessary precautions shall be taken (use of temporary structures, positioning of road signs, temporary filling of excavation up to the level of the surface at particular locations such as crossings, etc.) in order to ensure avoidance of danger situations and compliance with safety requirements, pending final reinstatement of the surface.

Figure 7 bis – Filling with concrete mix

6.3.5 MARKING THE MINI-TRENCH

The following systems can be adopted for the purpose of marking the presence of the infrastructure in the event of further excavation being planned:

a) addition of suitable additives (oxides) to the backfill cement mix, so as to produce a distinctive colour that will not fade over time;

b) warning tape;

c) suitably visible external signage such as boards, stickers, etc., designed to indicate the following main situations:

- changes in direction of the infrastructure and/or utility, as near as possible to the system;
- routing of straight line sections, marked at average distances no greater than 300 m,

prioritizing the placement of markers near road crossings, in order to maximize traceability.

La posa del materiale di riempimento all'interno dello scavo deve essere effettuata mediante sistema idoneo a mantenere pulite le pareti interne dello strato superficiale, tipicamente in asfalto, derivate dal disfacimento della pavimentazione.

Al termine delle opere di riempimento, in attesa dell'esecuzione dei ripristini della pavimentazione, si devono prendere tutte le necessarie precauzioni (utilizzo di strutture provvisorie, mantenimento delle protezioni segnaletiche, riempimento provvisorio dello scavo fino al livello stradale in situazioni particolari come attraversamenti, ecc.) atte a evitare situazioni di pericolo e a garantire le condizioni di sicurezza richieste fino alla realizzazione del ripristino definitivo della pavimentazione.

Figura 7 bis – Riempimento con conglomerato cementizio

6.3.5 SEGNALAZIONE DELLA MINITRINCEA

Al fine di evidenziare la presenza dell'infrastruttura in caso di future operazioni di scavo, possono essere adottati i seguenti sistemi:

a) colorazione del conglomerato cementizio di riempimento mediante opportuni additivi (ossidi) che dovrà mantenersi inalterata nel tempo;

b) nastro di segnalazione;

c) idonee segnalazioni esterne visibili quali tabelle, cartelli adesivi, ecc., atte a indicare le seguenti principali situazioni:

   - cambi di direzione dell'infrastruttura e/o sottoservizio, il più vicino possibile all'impianto;
   - tracciato nei tratti rettilinei, a distanza mediamente non superiore ai 300 m,

   privilegiando la segnalazione nelle vicinanze degli incroci stradali in modo da favorirne la rintracciabilità.

Figure 8 – Example of colourant applied to concrete mix

6.3.6 REINSTATEMENT

Once 24 hours have passed following completion of the backfill, the part of the road surface (wearing course) damaged by the trenching operation can be definitively reinstated.

When reinstating the carriageway or footway surface, operations shall be carried out observing the directions given in headings 6.3.6.1 to 6.3.6.3.

The height of the repaired layer shall be gauged according to the nature of the bed and the type of surface.

The following table indicates some examples of reinstatement height:

Nature of bed and type of surface	Height of reinstated layer (cm)
Bituminous asphalt carriageway	6
Concrete carriageway	10
Bituminous asphalt footway	2
Concrete footway	6

Where particular conditions of the road dictate that the width of the area to be reinstated (wearing course) needs to be extended beyond the edges of the excavated section, the extension shall be consistent with the proportions of the actual damage. In particular, given the small cross sectional dimensions of the mini-trench, it will be sufficient that the width of the repair is no greater than 50 cm (25 cm right and 25 cm left of the excavation centre line).

6.3.6.1 REINSTATEMENT OF BITUMINOUS ASPHALT SURFACE ON CARRIAGEWAY OR FOOTWAY

Where mini-trenches are cut in bases topped with bituminous asphalt, the surface shall be reinstated once 24 hours have elapsed after backfilling; the procedure is as follows:

Figura 8 – Esempio di colorazione del conglomerato cementizio

6.3.6 RIPRISTINO

Trascorse almeno 24 ore dall'esecuzione del riempimento, si può procedere all'esecuzione del ripristino definitivo dello strato di pavimentazione stradale (tappetino d'usura) manomesso.

L'attività di ripristino della pavimentazione della sede di posa deve essere eseguita rispettando le indicazioni realizzative descritte da 6.3.6.1 a 6.3.6.3.

L'altezza del ripristino deve essere conseguita in funzione della sede di posa e del tipo di pavimentazione.

La tabella seguente rappresenta alcuni esempi di altezza di ripristino:

Sede di posa e tipo di pavimentazione	Altezza del ripristino (cm)
Carreggiata in conglomerato bituminoso	6
Carreggiata in conglomerato cementizio	10
Marciapiede in conglomerato bituminoso	2
Marciapiede in conglomerato cementizio	6

Qualora, per le particolari condizioni della strada, fosse necessario estendere la larghezza di ripristino della pavimentazione stradale (tappetino di usura) oltre i bordi dello scavo, tale estensione dovrà essere coerente con le proporzioni della manomissione effettuata. In particolare, per le contenute dimensioni della sezione della minitrincea, è sufficiente che la larghezza del ripristino non sia superiore a 50 cm (25 cm a destra e 25 cm a sinistra rispetto alla mezzeria dello scavo).

6.3.6.1 RIPRISTINO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO SU CARREGGIATA O MARCIAPIEDE

I tratti di minitrincea eseguiti su pavimentazione in conglomerato bituminoso, trascorse le 24 ore dall'esecuzione del riempimento, devono essere ripristinati nel modo seguente:

a) application of bitumen primer to all faces making up the contact area of the repair, and to the edges of the trench, using a hot bituminous emulsion containing 50% bitumen; alternatively, a cold elastomeric bituminous emulsion can be used provided that the performance characteristics offered are equivalent to or better than those of a hot emulsion;

b) closure of the trench, covering with hot bituminous asphalt of grain size and overall depth matched to the material of the existing surface;

c) rolling the new material until compressed to the level of the original asphalted surface.

6.3.6.2 REINSTATEMENT OF CONCRETE SURFACE ON CARRIAGEWAY OR FOOTWAY

Where mini-trenches are cut in bases topped with concrete, the surface shall be reinstated once 24 hours have elapsed after backfilling, with a cast in situ concrete mix having the same specifications as that of the existing surface.

6.3.6.3 REINSTATEMENT OF UNMETALLED SURFACES

Where mini-trenches are cut in unmetalled roads, the surface shall be reinstated once 24 hours have elapsed after backfilling; the top 10 cm of the trench is refilled with spoil from the excavation — if suitable, or alternatively with aggregates — and compacted as necessary.

6.3.7 CONNECTION TO ACCESS CHAMBERS

Connection to an existing access chamber is accomplished by digging a traditional trench about 2 metres in length, creating a gentle gradient between the mini trench and the access points of the chamber (knock-out sections) so that the minimum bending radius of the pipe will not be exceeded.

7 NARROW-MINI-TRENCH

7.1 GENERAL

A narrow-mini-trench is created by cutting a channel to a nominal width no greater than 5 cm, and to a nominal depth of between 35 cm and no more than 50 cm (see Figure 9).

The narrow-mini-trench is characterized by:

a) flexible use of machinery proportioned to suit the particular site;

b) completion of work in quick time and with minimal occupation of road space;

c) cleanliness of site ensured by simultaneous trenching and dust extraction;

d) short duration of site permit;

e) immediate and complete backfill to datum level, with no need for further reinstatement works.

a) esecuzione della bitumatura d'attacco su tutte le pareti costituenti la superficie di appoggio del ripristino e sul bordo della minitrincea con impiego a caldo di emulsione bituminosa al 50% di bitume; in alternativa è possibile l'impiego di emulsione bituminosa elastomerizzata a freddo purché garantisca prestazioni maggiori o uguali di quelle offerte dalla tecnica a caldo;

b) chiusura della minitrincea mediante la posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo avente granulometria e spessore analoghi a quelli del manto di usura esistente;

c) cilindratura del ripristino definitivo della pavimentazione con rullo a compressione fino a raggiungere il livello stradale originario.

6.3.6.2 RIPRISTINO IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SU CARREGGIATA O MARCIAPIEDE

Il ripristino della minitrincea eseguita su pavimentazione in conglomerato cementizio, trascorse le 24 ore dall'esecuzione del riempimento, deve essere realizzato mediante la gettata in opera di conglomerato cementizio avente caratteristiche simili a quello preesistente.

6.3.6.3 RIPRISTINO SU STERRATO

Per i tratti di minitrincea eseguiti su sterrato, trascorse le 24 ore dall'esecuzione del riempimento, gli ultimi 10 cm della sezione di scavo devono essere riempiti utilizzando terra proveniente dallo scavo stesso, se idonea, o con materiale inerte, opportunamente costipato.

6.3.7 INGRESSO NEI MANUFATTI

Il collegamento a un manufatto esistente deve essere realizzato mediante uno scavo di tipo tradizionale della lunghezza di circa 2 m, che consenta una discesa graduale di raccordo tra la minitrincea e i punti di accesso al manufatto (setti a frattura) nel rispetto del minimo raggio di curvatura del tubo.

7 MINITRINCEA RIDOTTA

7.1 GENERALITÀ

La minitrincea ridotta deve essere realizzata effettuando uno scavo avente larghezza nominale minore/uguale a 5 cm e profondità nominale da 35 cm fino a un massimo di 50 cm (vedere Figura 9).

La minitrincea ridotta è caratterizzata da:

a) uso flessibile di macchine con dimensioni adeguate al luogo di intervento;

b) minimizzazione dei tempi di esecuzione e di occupazione dello spazio stradale;

c) pulizia del cantiere, mediante la contemporaneità delle fasi di scavo e aspirazione;

d) rapidità di apertura e chiusura del cantiere;

e) riempimento immediato dello scavo, fino al piano di rotolamento, senza necessità di ulteriori ripristini.

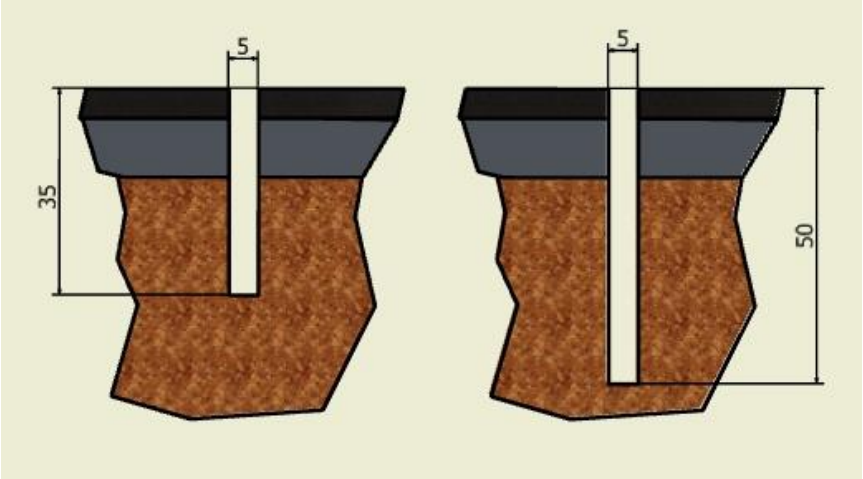

Figure 9 – Minimum and maximum dimensions of the narrow-mini-trench, in cm

The use of narrow-mini-trenching technology is especially suitable in urban or suburban locations, on asphalted surfaces such as carriageways and footways, having a base of compact material that may be topped with asphalt or concrete. The application of the method is limited when the ground consists of gravel, or on cobblestones, or on surfaces with superior quality paving (porphyry, stone slabs, keyblock).

Narrow-mini-trench systems can be used for laying pipes and cables both longitudinally and transversely in relation to the road bed.

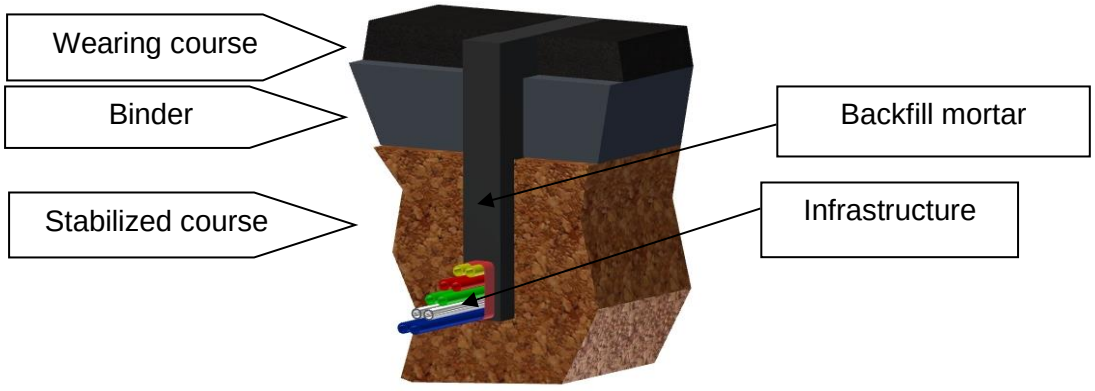

Figure 10 – Example of narrow-mini-trench

All steps of the narrow-mini-trenching procedure shall be implemented simultaneously, as far as possible, with the aid of power units either operating in sequence or combined into one or more machines, thereby enhancing the advantages of the technology in terms of speed and minimal traffic disruption (see Figure 11).

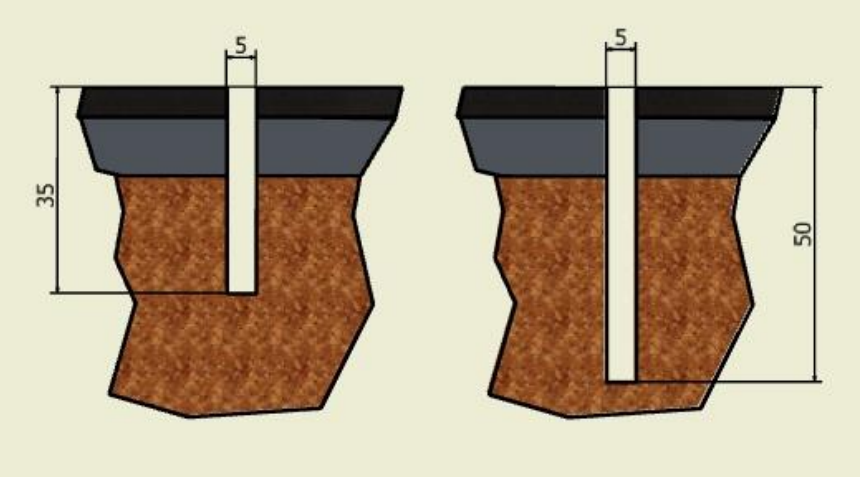

Figura 9 – Dimensioni minime e massime in cm della minitrincea ridotta

L'utilizzo della tecnica della minitrincea ridotta è particolarmente indicata in ambito urbano o extra-urbano su superfici asfaltate, come strade o marciapiedi, con una base di materiale compatto, anche in presenza di asfalto o cemento. L'impiego della tecnica è limitato quando il sottosuolo è costituito da materiale ghiaioso, acciottolati o su strade con pavimentazione di pregio (porfido, materiali lapidei, autobloccanti).

I sistemi di minitrincea ridotta possono essere utilizzati sia per la posa longitudinale che trasversale della sede stradale.

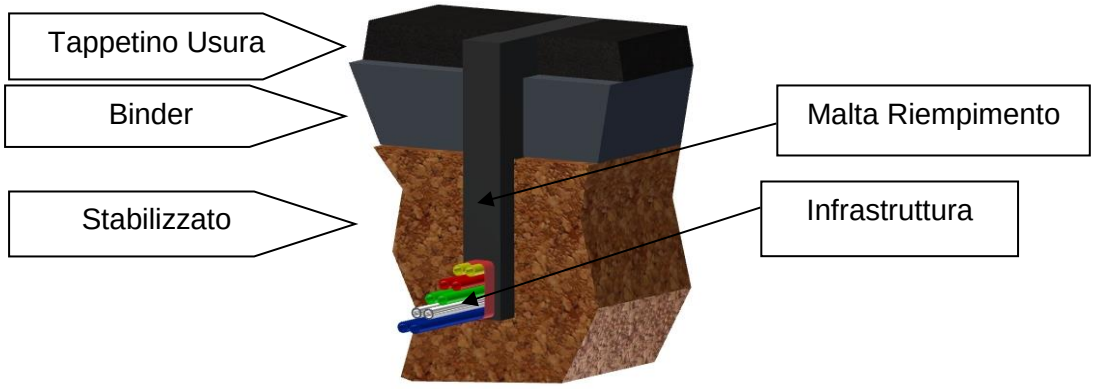

Figura 10 – Esempio di minitrincea ridotta

Tutte le fasi della minitrincea ridotta devono essere, possibilmente, realizzate contemporaneamente, mediante l'utilizzo delle macchine operatrici, disposte in sequenza o integrate in una o più macchine, migliorando così i vantaggi della tecnologia in termini di velocità e minor impatto sul traffico (vedere Figura 11).

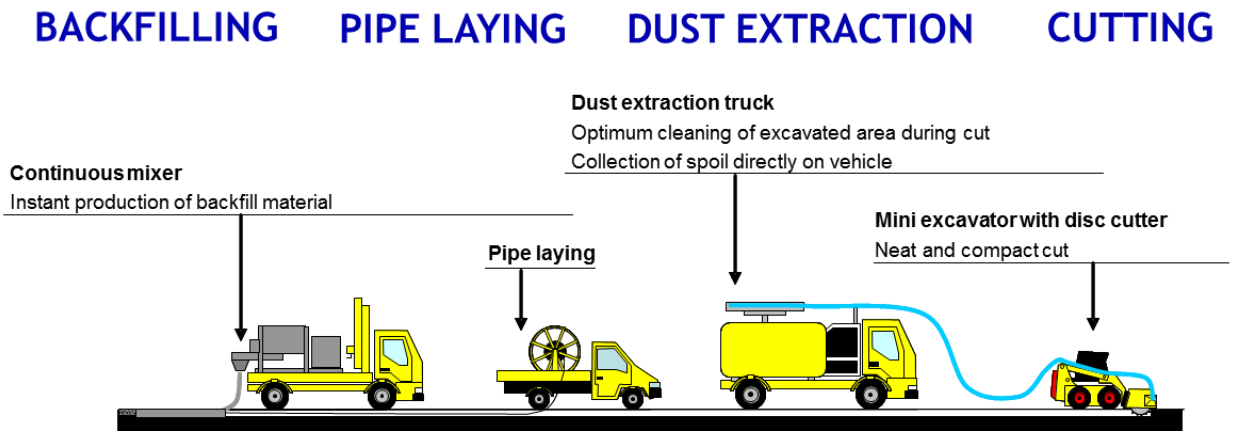

Figure 11 – Example of narrow-mini-trenching site layout

7.2 TYPES OF MACHINES AND MATERIALS UTILIZED

7.2.1 MACHINES

Narrow-mini-trenching operations require the following machinery and equipment:

a) a suitable trenching machine equipped with a disc cutter. Disc cutters can also be mounted to small general purpose excavators, wheeled or tracked, provided that they are equipped with suitable guarding. Spoil shall not be left by the machine alongside the trench, but removed immediately by an automatic dust extraction system either built into or operating independently of the machine. Where practical requirements dictate that a mini-trench needs to be excavated on a footway, the machine shall be either compact enough to transit directly on the footway itself, or if operating on the carriageway, equipped with an arm that can be oriented parallel to the machine's own axis. In any event, the machine should have a mechanism allowing displacement of the cutting tool to the right and to the left of centre, so that the cut can be made on any given line between the wheels on either side. The machine shall be able to follow a bending radius imposed by the path of the road bed without any break in continuity of its forward progress;

Figure 12 – Example of machine for use on footways

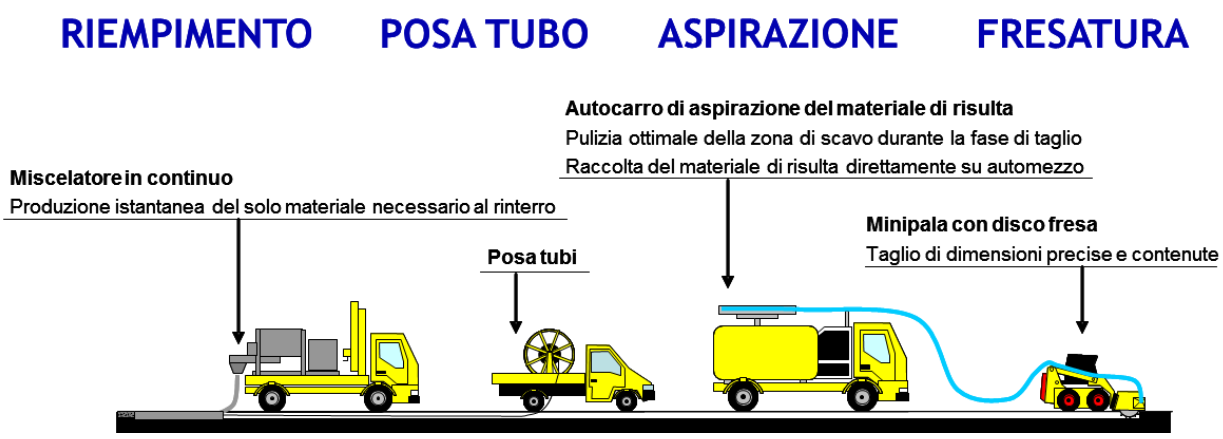

Figura 11 – Esempio di disposizione cantiere per minitrincea ridotta

7.2 TIPOLOGIA DI MEZZI E MATERIALI UTILIZZATI

7.2.1 MEZZI

La tecnica della minitrincea ridotta deve essere realizzata mediante i seguenti macchinari:

a) una idonea macchina con fresa a disco, per l'esecuzione dello scavo. Le frese a disco possono essere installate anche su piccole macchine operatrici sia gommate sia cingolate, comunque, dotate di un opportuno carter. La macchina non deve lasciare residui di lavorazione sulla zona adiacente alla minitrincea attraverso un sistema di aspirazione automatico integrato oppure dissociato dalla macchina. Qualora esigenze realizzative richiedano l'esecuzione della minitrincea su marciapiede, la macchina dovrà avere dimensioni tali da poter essere posizionata sul marciapiede stesso o essere dotata di braccio orientabile lateralmente rispetto all'asse della macchina stessa. La macchina dovrà, comunque, preferibilmente, avere la possibilità di spostare la lama a destra e sinistra rispetto alla mezzeria della macchina stessa, in modo da poter effettuare tagli che vanno dal bordo ruota, al centro fresa. La macchina deve essere in grado di effettuare raggi di curvatura tali da seguire l'andamento delle sedi stradali senza interruzioni di avanzamento;

Figura 12 – Esempio di macchina utilizzabile su marciapiede

b) a dust extraction machine, of capacity compatible with the scale of the projected excavation, for removal of the spoil. The extractor shall operate simultaneously with the trencher. The extraction unit can be coupled to the trenching machine by way of suitable ducts, or built into the machine, so as to collect and eliminate the spoil directly from the point of excavation;

Figure 13 – Extent of site area during trenching and dust extraction

c) a mixer unit for the preparation of backfill material. The mixer unit shall allow the operator or contractor to blend the components of the backfill material in the correct proportions, as indicated by the manufacturer, and pour into the trench only the amount of material strictly needed for the purpose of filling the void.

Figure 14 – Example of mini-trenching mixer and backfill unit

b) una macchina aspiratrice, con una capacità adeguata alle dimensioni dello scavo da realizzare, per l'aspirazione del materiale di risulta. L'aspirazione deve avvenire contestualmente all'apertura dello scavo. Il gruppo aspiratore può essere accoppiato alla macchina con fresa a disco attraverso opportune tubazioni, o integrata alla stessa, in modo da eliminare e raccogliere il materiale di risulta direttamente durante la fase di scavo;

Figura 13 – Ingombro dell'area di cantiere nella fase di scavo e di aspirazione

c) un gruppo miscelatore per la preparazione del materiale di riemPimento. Il gruppo miscelatore deve permettere di miscelare i componenti del materiale di riempimento nelle loro corrette proporzioni, indicate dal produttore, e di versare all'interno dello scavo la quantità di materiale strettamente necessaria al suo riempimento.

Figura 14 – Esempio di macchina miscelatrice e riempimento della minitrincea

7.2.2 BACKFILL MATERIALS

Narrow-mini-trenches shall be backfilled with a cement mortar of fluid consistency, containing high strength cementitious binders, selected aggregates and special additives, which is poured into place. The setting properties of the mortar shall be such that a vehicular carriageway can be returned to normal use in ultra-quick time (within 2-4 hours following completion of the work).

Required specifications for quick setting mortar:

a) permissible application temperature: 5 °C to +35 °C;

b) workability retention: 15 minutes;

c) compressive strength (to UNI EN 12390-3):

- after 2 hours: 10 N/mm^2;
- after 4 hours: 13 N/mm^2;
- after 24 hours: 16 N/mm^2;
- after 28 days: 30 N/mm^2;

d) abrasion resistance (to UNI EN 13892-3 - Böhme test):

- after 4 hours: Class A12;

e) thermal cycles without immersion in de-icing salts (to UNI EN 13687-3):

- adhesion to concrete after 50 cycles: > 2 N/mm^2.

The backfill, prepared to the specifications indicated above, shall guarantee the following quality-related performance characteristics:

a) dimensional stability in use, with zero subsidence;

b) complete fill of excavated channel;

c) no cracks and/or crazing;

d) watertightness;

e) high abrasion resistance;

f) high flowability and self-placement without the aid of any manual or mechanical tamping.

7.2.2 MATERIALI DI RIEMPIMENTO

Il riempimento della minitrincea ridotta deve essere effettuato, mediante colatura entro la sede di malta cementizia di consistenza fluida, a base di cementi ad alta resistenza, aggregati selezionati e speciali additivi. Il materiale deve presentare caratteristiche di presa tali da permettere il rilascio di una sede stradale carrabile e idonea all'utilizzo in tempi brevissimi (entro 2-4 ore dalla posa).

La malta, a rapido indurimento, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

a) temperatura di applicazione permessa: da +5°C a +35°C;

b) tempo di lavorabilità: 15 minuti;

c) resistenza a compressione (secondo la UNI EN 12390-3):

   - dopo 2 ore: 10 N/mm^2;
   - dopo 4 ore: 13 N/mm^2;
   - dopo 24 ore: 16 N/mm^2;
   - dopo 28 gg: 30 N/mm^2;

d) resistenza all'abrasione (secondo la UNI EN 13892-3 - Abrasimetro Böhme):

   - dopo 4 ore: Classe A12;

e) cicli termici senza sali disgelanti (secondo la UNI EN 13687-3):

   - adesione al calcestruzzo dopo 50 cicli: > 2 N/mm^2.

Il riempimento, realizzato secondo le caratteristiche sopra descritte, deve garantire le seguenti prestazioni di qualità:

a) stabilità dimensionale in servizio senza registrare alcun cedimento;

b) completo riempimento dello scavo;

c) assenza di crepe e/o fessurazioni;

d) impermeabilità all'acqua;

e) elevata resistenza all'abrasione;

f) elevata fluidità e scorrevolezza senza l'ausilio di alcuna compattazione manuale o meccanica.

7.3 NARROW-MINI-TRENCHING PROCEDURE

The route followed by the trench shall be linear as far as possible, with no sharp changes in direction, and shall not exceed the minimum bending radius specified for the infrastructure and/or underground utility laid internally of the channel.

7.3.1 EXCAVATION

The cut made with the disc shall be clean at the surface, causing absolutely no damage to the wearing course along the areas adjoining the excavated section. The disc shall be housed internally of a blade guard.

The surface roughness of the trench walls shall be sufficient to enable faultless adhesion with the backfill material poured in subsequently.

7.3.2 CLEANING THE NARROW-MINI-TRENCH

The steps of excavating the channel and removing the spoil shall be performed simultaneously, so as to speed up the process of cleaning the trench. These operations shall be carried out using suitable dust suppression methods in order to ensure that the site is kept clean, while also minimizing inconvenience to the public and pollution of the environment.

Following these first steps, the trench shall appear completely empty and the bottom devoid of projecting stones; both the trench at the area immediately adjacent on either side shall be entirely free of any debris that could adversely affect the mechanical properties of the backfill material.

Spoil shall be disposed of only at authorized landfill sites, proceeding in accordance with current statutory regulations.

Figure 15 – Excavating and cleaning the narrow-mini-trench

7.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA MINITRINCEA RIDOTTA

Il percorso della minitrincea ridotta deve essere il più possibile lineare, esente da bruschi cambiamenti di direzione, e tale da rispettare i raggi minimi di curvatura specificati per le infrastrutture e/o sottoservizi da posizionare all'interno dello scavo.

7.3.1 SCAVO

Il taglio effettuato con la fresa a disco deve risultare netto in superficie, evitando in modo assoluto di danneggiare la pavimentazione stradale nei pressi della sezione di scavo. Il disco deve trovarsi all'interno di un carter di protezione.

Le pareti dello scavo devono presentare una rugosità adeguata per permettere la perfetta adesione con il materiale di riempimento da posare successivamente.

7.3.2 PULIZIA DELLA MINITRINCEA RIDOTTA

Le fasi di scavo e di aspirazione del materiale di risulta devono essere simultanee, in modo da accelerare la pulizia della trincea. Tali operazioni devono essere eseguite prevedendo opportuni metodi di abbattimento delle polveri al fine di mantenere la pulizia del cantiere e di contenere il disagio della cittadinanza e l'inquinamento ambientale.

La sezione di scavo deve risultare al termine di questa attività completamente svuotata e il fondo privo di sassi sporgenti; la trincea stessa e la zona immediatamente circostante devono risultare totalmente ripulite dal materiale di risulta che potrebbe ridurre le caratteristiche meccaniche del materiale di riempimento.

I materiali di risulta devono essere smaltiti presso idonea discarica autorizzata, in accordo con la legislazione locale.

Figura 15 – Esecuzione dello scavo e pulizia della minitrincea ridotta

7.3.3 LAYING THE INFRASTRUCTURE

The infrastructure to be laid, typically pipes, or the underground utility, typically cables, are supplied generally wound onto reels that shall be mounted to the machine or vehicle following the trencher and dust extractor, in such a way that the pipes, tubes or cables can be decoiled continuously and fed into the trench as the machine moves forward.

The configuration and positioning of these items in the trench shall be controlled in such a way that the correct alignment is maintained along the entire length of the run, using appropriate fixing systems if need be. To avoid the risk of foreign matter such as dust and water penetrating the pipes and/or tubes during the various steps of the procedure, the ends should always be protected with special caps or plugs.

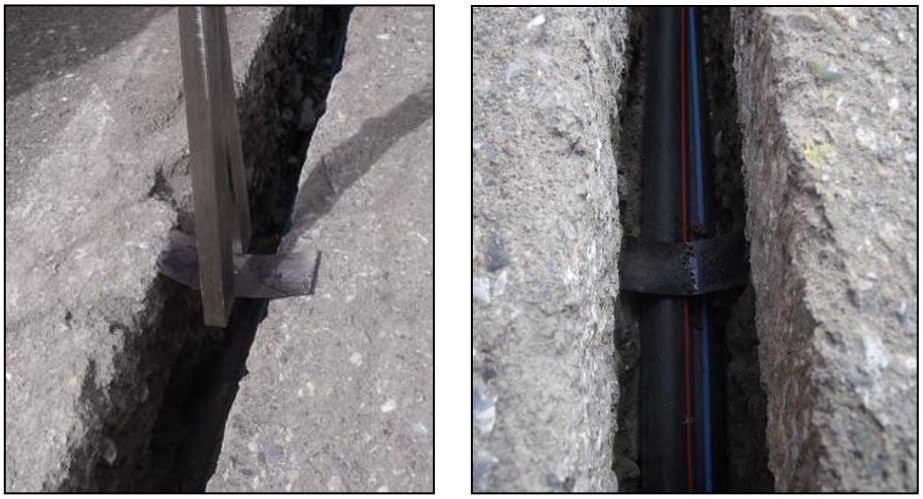

Figure 16 – Example of fixing method for securing the infrastructure to the bottom of a narrow-mini-trench

7.3.4 BACKFILL

With the infrastructure or underground utilities laid, the trench shall be backfilled with a high strength and quick setting material as described in heading 7.2.2. The use of excavated spoil as backfill material is prohibited. Besides securing the infrastructure in place, the backfill material shall also guarantee mechanical protection.

The narrow-mini-trench is backfilled by pouring material into the channel, suitably cleaned and prepared. The placement of the backfill in the trench shall be accomplished using a suitable pouring system, guaranteed not to soil any part of the site and to ensure that the void is filled completely, up to the level of the road surface, so that in backfilling the trench, the step of reinstating the surface of the carriageway or footway is completed in one and the same operation.

Likewise when backfilling a narrow-mini-trench, the geometry of the infrastructure shall be maintained, and there shall be no unwanted separation from the bottom of the channel. Any fixing systems used to secure the infrastructure to the bottom of the channel shall allow optimum penetration of the filling material, with no voids.

7.3.3 POSA DELL'INFRASTRUTTURA

L'infrastruttura da posare, tipicamente costituita da tubi, o il sottoservizio da posare, tipicamente costituito da cavi, sono generalmente forniti su bobina che deve essere dislocata sulla macchina che segue la fresa e l'aspiratore, in modo tale che i tubi, i minitubi o i cavi siano svolti e incanalati nello scavo, mano a mano che la macchina procede.

La configurazione e la loro posizione all'interno dello scavo deve essere mantenuta per l'intera lunghezza del tracciato, anche attraverso appositi sistemi di fissaggio. Onde evitare che corpi estranei, come polvere e acqua, penetrino nei tubi e/o minitubi, in tutte le fasi operative, essi dovranno essere sempre protetti alle estremità con appositi tappi.

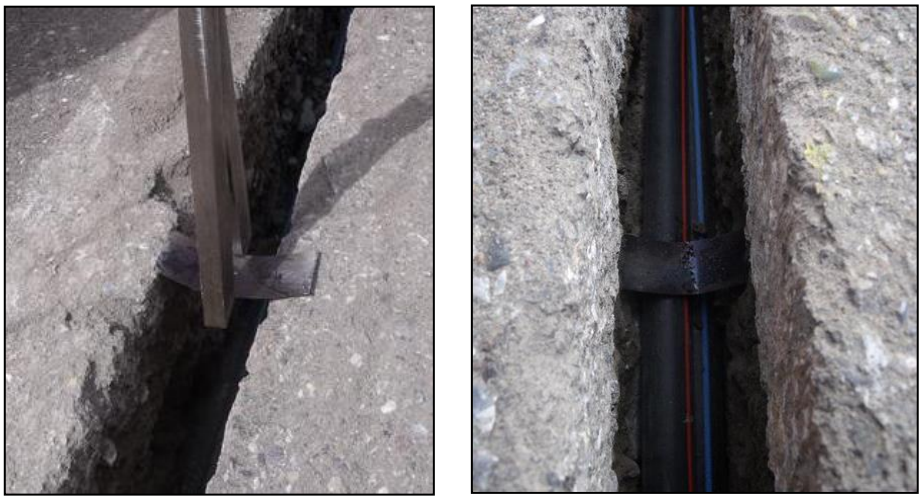

Figura 16 – Esempio di fissaggio dell'infrastruttura al fondo della minitrincea ridotta

7.3.4 RIEMPIMENTO

Terminata la posa dell'infrastruttura o dei sottoservizi, la trincea deve essere riempita con un materiale altamente resistente e a rapido indurimento come descritto a 7.2.2. È vietato l'utilizzo del materiale di risulta per l'esecuzione dei rinterri. Il materiale di riempimento, oltre a bloccare l'infrastruttura, deve garantire anche una protezione meccanica della stessa.

Il riempimento della minitrincea ridotta viene effettuato mediante colatura entro la sede opportunamente predisposta e preparata. La posa del materiale di riempimento all'interno dello scavo deve essere effettuata mediante idoneo sistema, da adottare per mantenere pulita l'area di intervento e permettere il riempimento completo della minitrincea a filo della pavimentazione stradale, realizzando, in tal modo, contestualmente, anche il ripristino della pavimentazione stradale stessa.

Anche durante la fase di riempimento della minitrincea ridotta, deve essere garantita la geometria dell'infrastruttura e non devono verificarsi innalzamenti indesiderati della stessa. Eventuali appositi sistemi di fissaggio dell'infrastruttura al fondo dello scavo devono garantire una penetrazione ottimale del materiale di riempimento.

Figure 17 – Example of finished narrow-mini-trench

7.3.5 REINSTATEMENT

A narrow-mini-trench requires no further reinstatement of the surface beneath which the pipes or cables are laid. With this technique, in effect, the surface of the carriageway or footway is reinstated automatically by using a suitable backfill material, which will take on the same general colour as the existing surface over time. On completion of the laying and backfilling procedure, there shall be no discernible cracks, steps, edges or flashes.

7.3.6 CONNECTION TO ACCESS CHAMBERS

Connection to an existing or newly installed access chamber is accomplished by excavating a traditional trench about 2 metres in length, creating a gentle gradient between the mini-trench and the access points of the chamber (knock-out sections) so that the minimum bending radius of the pipe will not be exceeded.

8 SAFETY

Activities connected with mini-trenching operations shall be conducted observing current statutory regulations on health and safety in the workplace.

Operators and contractors shall also comply with ordinances imposed by local government agencies and authorities regarding permits and duration of site activity.

Figura 17 – Esempi di minitrincea ridotta finita

7.3.5 RIPRISTINO

La minitrincea ridotta non richiede un ulteriore ripristino della pavimentazione superficiale su cui viene realizzata la posa. La tecnica permette infatti un ripristino automatico della superficie, sia su strada sia su marciapiede, mediante l'utilizzo di idoneo materiale di riempimento che assume nel tempo colorazione simile a quella della pavimentazione esistente. Al termine delle attività di posa e riempimento, non devono essere visibili crepe, gradini, bordi o sbavature.

7.3.6 INGRESSO NEI MANUFATTI

Il collegamento a un manufatto esistente o di nuova posa deve essere realizzato mediante uno scavo di tipo tradizionale della lunghezza di circa 2 m, che consenta una discesa graduale di raccordo tra la minitrincea e i punti di accesso al manufatto (setti a frattura) nel rispetto del minimo raggio di curvatura del tubo.

8 SICUREZZA

Le attività inerenti la realizzazione delle minitrincee devono essere eseguite nel rispetto delle vigenti normative nazionali in materia di sicurezza e salute sul lavoro.

Devono, altresì, essere rispettate le disposizioni impartite da Enti e Amministrazioni locali per quanto riguarda la richiesta dei permessi e i periodi di apertura dei cantieri.

ANNEX A – MAIN LEGISLATIVE REFERENCES

APPENDICE A – PRINCIPALI RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Decreto-Legge 23 dicembre 2013, n. 145
Interventi urgenti di avvio del piano "Destinazione Italia", per il contenimento delle tariffe elettriche e del gas, per la riduzione dei premi RC-auto, per l'internazionalizzazione, lo sviluppo e la digitalizzazione delle imprese, nonché misure per la realizzazione di opere pubbliche ed Expo 2015", convertito con modificazioni dalla L. 21 febbraio 2014, n. 9 (G.U. 21 febbraio 2014, n. 43)

Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto col Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 1 ottobre 2013
Specifiche tecniche delle operazioni di scavo e ripristino per la posa di infrastrutture digitali nelle infrastrutture stradali

Decreto-Legge 18 ottobre 2012, n. 179
Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese, come convertito dalla Legge 17 dicembre 2012, n. 221

Decreto-Legge 13 maggio 2011, n. 70
Decreto Sviluppo, coordinato con la Legge di conversione 12 luglio 2011, n. 106, (G.U. 12 luglio 2011, n. 160)

Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207
Regolamento di esecuzione e attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE " (G.U. 10 dicembre 2010, n. 288 – S.O. n. 270 che prevede la categoria OS 35: Interventi a basso impatto ambientale)

Decreto-Legge 25 marzo 2010, n. 40
Disposizioni urgenti tributarie e finanziarie in materia di contrasto alle frodi fiscali internazionali e nazionali operate, tra l'altro, nella forma dei cosiddetti «caroselli» e «cartiere», di potenziamento e razionalizzazione della riscossione tributaria anche in adeguamento alla normativa comunitaria, di destinazione dei gettiti recuperati al finanziamento di un Fondo per incentivi e sostegno della domanda in particolari settori, come convertito dalla Legge 22 maggio 2010, n. 73

Legge 18 giugno 2009, n. 69
Disposizioni per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività nonché in materia di processo civile

Decreto-Legge 25 giugno 2008, n. 112
Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria, convertito con modificazioni dalla L. 6 agosto 2008, n. 133 (G.U. 21/08/2008, n.195 – S.O. n. 196)

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81
Testo Coordinato con il Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n°106 - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163
Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale)
Attuazione della direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 giugno 2001, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente

Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259
Codice delle comunicazioni elettroniche

Decreto Legislativo 12 giugno 2003, n. 233
Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive

Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285
Nuovo codice della strada - Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495
Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada

Legge 6 dicembre 1971, n. 1083
Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile

BIBLIOGRAPHY

[1] UNI EN 206 Concrete - Specification, performance, production and conformity

[2] UNI EN 1338 Concrete paving blocks - Requirements and test methods

[3] UNI EN 1744-1 Tests for chemical properties of aggregates - Part 1: Chemical analysis

[4] UNI EN 12613 Plastics warning devices for underground cables and pipelines with visual characteristics

[5] UNI EN 12620 Aggregates for concrete

[6] UNI EN 13043 Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads, airfields and other trafficked areas

[7] UNI EN 13108-1 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 1: Asphalt Concrete

[8] UNI EN 13108-2 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 2: Asphalt Concrete for very thin layers

[9] UNI EN 13108-3 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 3: Soft Asphalt

[10] UNI EN 13108-5 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 5: Stone Mastic Asphalt

[11] UNI EN 13108-6 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 6: Mastic Asphalt

[12] UNI EN 13108-7 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 7: Porous Asphalt

[13] UNI EN 13108-20 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 20: Type Testing

[14] UNI EN 13108-21 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 21: Factory Production Control

[15] UNI EN 13139 Aggregates for mortar

[16] UNI EN 13242 Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction

[17] UNI EN 13285 Unbound mixtures - Specifications

[18] UNI EN 13286-3 Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 3: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrocompression with controlled parameters

[19] UNI EN 13286-41 Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures

BIBLIOGRAFIA

[1] UNI EN 206 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

[2] UNI EN 1338 Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova

[3] UNI EN 1744-1 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 1: Analisi chimica

[4] UNI EN 12613 Dispositivi di avviso visuali di materia plastica per cavi e tubazioni interrati

[5] UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo

[6] UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico

[7] UNI EN 13108-1 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo

[8] UNI EN 13108-2 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 2: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili

[9] UNI EN 13108-3 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 3: Conglomerato con bitume molto tenero

[10] UNI EN 13108-5 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 5: Conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso

[11] UNI EN 13108-6 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 6: Asfalto colato

[12] UNI EN 13108-7 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 7: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti (drenante)

[13] UNI EN 13108-20 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo

[14] UNI EN 13108-21 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 21: Controllo di produzione in fabbrica

[15] UNI EN 13139 Aggregati per malta

[16] UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opera di ingegneria civile e nella costruzione di strade

[17] UNI EN 13285 Miscele non legate

[18] UNI EN 13286-3 Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 3: Metodo di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Vibrocompressione a parametri controllati

[19] UNI EN 13286-41 Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 41: Metodo di prova per la determinazione della compressione di miscele con leganti idraulici

[20] XP P98-333 Chaussées et dépendances - Tranchées de faibles dimensions

[21] ITU-T Recommendation L.48 Mini-trench installation technique

[22] ITU-T Recommendation L.49 Micro-trench installation technique

[23] ITU-T Recommendation L.83 Low impact trenching technique for FTTx networks

[20] XP P98-333 Chaussées et dépendances - Tranchées de faibles dimensions

[21] ITU-T Recommendation L.48 Mini-trench installation technique

[22] ITU-T Recommendation L.49 Micro-trench installation technique

[23] ITU-T Recommendation L.83 Low impact trenching technique for FTTx networks

ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Membro italiano ISO e CEN
www.uni.com
www.youtube.com/normeUNI
www.twitter.com/normeUNI
www.twitter.com/formazioneUNI

Sede di Milano
Via Sannio, 2 - 20137 Milano
tel +39 02700241, Fax +39 0270024375, uni@uni.com

Sede di Roma
Via del Collegio Capranica, 4 - 00186 Roma
tel +39 0669923074, Fax +39 066991604, uni.roma@uni.com