

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR-17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 1 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI
DN 750 (30") – DP 75 bar
ED OPERE CONNESSE

Progetto di fattibilità Tecnico-Economica



0	Emissione	F.MARCHETTI	M.FORNAROLI	V.FORLIVESI G.GIOVANNINI	27/07/2020
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR-17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 2 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....	10
3.1	LINEA.....	12
3.1.1	Tubazioni	12
3.1.2	Materiali	13
3.1.3	Calcolo dello spessore delle tubazioni	13
3.1.4	Protezione anticorrosiva	15
3.1.5	Telecontrollo	15
3.1.6	Fascia di asservimento.....	16
3.2	IMPIANTI E PUNTI DI LINEA.....	16
4	FASI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	18
4.1	FASI DI COSTRUZIONE	19
4.1.1	Realizzazione di infrastrutture provvisorie	19
4.1.2	Apertura dell'area di passaggio	19
4.1.3	Sfilamento dei tubi lungo l'area di passaggio	28
4.1.4	Saldatura di linea.....	28
4.1.5	Controlli non distruttivi delle saldature.....	28
4.1.6	Scavo della trincea	28
4.1.7	Rivestimento dei giunti	28
4.1.8	Posa della condotta	29
4.1.9	Rinterro della condotta e posa del cavo telecontrollo	29
4.1.10	Realizzazione degli attraversamenti.....	29
4.1.11	Opere in sotterraneo.....	33
4.1.12	Realizzazione degli impianti	35
4.1.13	Collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta	35
4.1.14	Esecuzione dei ripristini.....	35
4.2	DISMISSIONE DELLA CONDOTTA ESISTENTE	37
4.2.1	Realizzazione di infrastrutture provvisorie	38
4.2.2	Apertura dell'area di passaggio.....	39

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR-17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 3 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.2.3	Scavo della trincea	42
4.2.4	Sezionamento della tubazione	42
4.2.5	Rimozione della tubazione	42
4.2.6	Rinterro della trincea	42
4.2.7	Smantellamento degli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua	42
4.2.8	Smantellamento degli impianti	46
4.2.9	Esecuzione dei ripristini.....	47
4.3	POTENZIALITÀ E MOVIMENTAZIONE DI CANTIERE	48
4.4	STIMA MATERIALI DA SCAVO	48
5	INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE, MITIGAZIONE E RIPRISTINO	53
5.1	INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E MITIGAZIONE	53
5.2	INTERVENTI DI RIPRISTINO	54
5.2.1	Ripristini morfologici e idraulici	54
5.2.2	Ripristini idrogeologici	61
5.2.3	Ripristini vegetazionali.....	62
6	VERIFICA ALLO SCUOTIMENTO SISMICO	75
6.1	VERIFICA STRUTTURALE SULLA CONDOTTA	75
6.2	DATI DI INPUT	76
6.3	CALCOLO DELLE TENSIONI SULLA CONDOTTA E VERIFICA.....	80
	Elemento di tubazione rettilineo.....	80
	Elemento di tubazione curvo	83
6.4	CONCLUSIONI.....	86
7	STIMA ECONOMICA DI PROGETTO.....	87
8	ALLEGATI	88
9	ANNESI	91

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR-17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 4 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

1 INTRODUZIONE

Il progetto denominato "Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse" prevede la realizzazione di un nuovo gasdotto DN 750 (30") e la relativa dismissione dell'esistente condotta 600 (24") ubicati interamente nel territorio della Regione Toscana.

L'opera, nel suo complesso, attraversa il territorio delle provincia di Arezzo e si articola in una serie di interventi che, oltre a riguardare la posa della nuova condotta DN 750 (30") per una lunghezza pari a 45,621 km e la rimozione della tubazione esistente di inferiore diametro DN 600 (24") per una lunghezza di 43,994 km, comporta il ricollegamento e l'adeguamento della rete di linee secondarie di vario diametro che, prendendo origine da quest'ultima, assicurano l'allacciamento al bacino di utenze attraversato dalla stessa condotta. Detto adeguamento si attua attraverso la messa in opera di 7 tratti di nuove condotte e la rimozione di 6 tratti di tubazioni esistenti.

In sintesi, il progetto prevede:

- la messa in opera di:
 - una condotta principale DN 750 (30") lunga 45,621 km;
 - sette tratti di linee secondarie di vario diametro per una lunghezza complessiva pari a 1,403 km;
- la dismissione di:
 - una condotta DN 600 (24") per uno sviluppo lineare complessivo di 43,994 km;
 - sei tratti di linee di vario diametro per uno sviluppo totale di 1,218 km.
- il mantenimento in esercizio di un tratto di condotta DN 600 (24") recentemente costruito di lunghezza pari a 1,415 km

Di seguito si riporta l'elenco completo degli interventi in progetto (vedi Tab. 1/A e Tab.1/B).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 5 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 1/A: Elenco degli interventi in progetto

Denominazione metanodotto in progetto	DN	Lung.za (km)	Comuni	Rif. Tavole	Denominazione metanodotto in Dismissione	DN	Lung.za (km)	Comuni	Rif. Tavole
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini	750 (30")	45,621	-	1-12	Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24")	600 (24")	43,994	-	1/A-12/A
Linee secondarie derivate da Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto					Linee secondarie derivate dal Met. Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione				
Rifacimento Allacciamento Comune di Anghiari	100 (4")	0,160	Anghiari	13	Allacciamento Comune di Anghiari (AR)	100 (4")	0,120	Anghiari	13/A
Rifacimento Allacciamento Comune di Arezzo 2° Presa	100 (4")	0,123	Arezzo	14	Allacciamento Comune di Arezzo 2^ Pr.	100 (4")	0,288	Arezzo	14/A
Ricollegamento Der. per Arezzo	200 (8")	0,490	Arezzo	15	Derivazione per Arezzo	200 (8")	0,588	Arezzo	15/A
Derivazione per Bibbiena	200 (8"), 600 (24"), 150 (6")	0,081 (I tratto); 0,031 (II tratto) ⁽¹⁾	Arezzo (I° tratto) Capolona (II° tratto)	16	Derivazione per Bibbiena	150 (6")	0,023	Capolona	16/A
<i>All.to TCA S.p.a. ⁽²⁾</i>	100 (4")	0,360	Capolona	17	Allacciamento Comune di Castiglion Fibocchi (AR)	80 (3")	0,095	Castiglion Fibocchi	17/A
Rifacimento Allacciamento Comune di Castiglion Fibocchi	100 (4")	0,117	Castiglion Fibocchi	18	Allacciamento Comune Loro Ciuffenna 2^ Pr.	80 (3")	0,104	Loro Ciuffenna	18/A
Rifacimento Allacciamento Comune di Loro Ciuffenna 2° Presa	100 (4")	0,041	Loro Ciuffenna	19					

⁽¹⁾ lunghezza tot 1,527 km, di cui 1,415 km di linea esistente da mantenere in esercizio; ⁽²⁾ condotta che si stacca da altra linea secondaria;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 6 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione, la costruzione e l'esercizio di un metanodotto sono disciplinate essenzialmente dalla seguente normativa:

- DM 17.04.08 del Ministero dello Sviluppo Economico - "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto del gas naturale con densità non superiore a 0,8";
- DPR 616/77 e DPR 383/94 – Trasferimento e deleghe delle funzioni amministrative dello Stato;
- RD 1775/33 – Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- DM 04.04.14 del Ministero dei Trasporti e successive modificazioni – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto;
- Circolare 09.05.72, n. 216/173 dell'Azienda Autonoma FF.S. – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi con ferrovie;
- DPR 753/80 – Nuove norme in materia di pulizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie;
- DM 03.08.91 del Ministero dei Trasporti – Distanza minima da osservarsi nelle costruzioni di edifici o manufatti nei confronti delle officine e degli impianti delle FF.S.;
- Circolare 04.07.90 n. 1282 dell'Ente FF.S. – Condizioni generali tecnico/amministrative regolanti i rapporti tra l'ente Ferrovie dello Stato e la SNAM in materia di attraversamenti e parallelismi di linee ferroviarie e relative pertinenze mediante oleodotti, gasdotti, metanodotti ed altre condutture ad essi assimilabili;
- RD 1740/33 – Tutela delle strade;
- DLgs 285/92 e 360/93 – Nuovo Codice della strada;
- DPR 495/92 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada;
- RD 368/04 – Testo unico delle leggi sulla bonifica;
- RD 523/04 – Polizia delle acque pubbliche;
- L 64/74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Ordinanza PCM 3274/03 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- L 426/98 – Nuovi interventi in campo ambientale;
- DM 471/99 – Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati ai sensi dell'articolo 17 del DLgs 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni ed integrazioni;
- L 198/58 e DPR 128/59 – Cave e miniere;
- L 898/76 – Zone militari;
- DPR 720/79 – Regolamento per l'esecuzione della L 898/76;
- DLgs n. 81 del 9/04/08 – Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 494 – Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 7 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- Decreto Legislativo 19 novembre 1999, n. 528 – Modifiche ed integrazioni al DLgs 14/08/1996 n. 494 recante attuazione della direttiva 92/57 CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili;
- L 186/68 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- L 46/90 sostituita dal Decreto Ministeriale n. 37/08 – Norme per la sicurezza degli impianti;
- DPR 447/91 – Regolamento di attuazione della L 46/90 in materia di sicurezza degli impianti;
- L 1086/71 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- DM 09.01.96 del Ministero dei Lavori Pubblici – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- DM 16.01.96 del Ministero dei Lavori Pubblici – Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- DM 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni;
- DM 17.01.2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti – Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
- D.P.R. del 1 agosto 2011 n. 151. Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- D.M. del 7 agosto 2012 del Ministero dell'Interno. Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151;
- D.M. del 20 dicembre 2012 del Ministero dell'Interno. Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 8 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

L'opera è stata, perciò, progettata e sarà realizzata in conformità alle suddette Leggi ed in conformità alla normalizzazione interna SNAM gasdotti, che recepisce i contenuti delle seguenti specifiche tecniche nazionali ed internazionali:

Materiali

Strumentazione e sistemi di controllo

API RP-520 Part. 1	Dimensionamento delle valvole di sicurezza
API RP-520 Part. 2	Dimensionamento delle valvole di sicurezza

Sistemi elettrici

CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V
CEI 64-2 (Fasc. 5964c)	Impianti elettrici utilizzatori nei luoghi con pericolo di esplosione
CEI 81-10	Protezione di strutture contro i fulmini

Impiantistica e Tubazioni

UNI EN 1594	Condotte per pressione massima di esercizio maggiore di 16 bar
UNI EN 14870-2	Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems
ASME B1.20.1	Pipe threads, general purpose (NPT)
UNI EN14870-3	Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems
MSS SP6	Standard finishes contact faces of pipe flanges
ASME B16.11	Forged fittings, socket-welding and threaded
UNI EN 12627	Butt welding ends for steel valves
ASME B16.20	Metallic gasket for pipe flanges
ASME B16.21	Non metallic flat gaskets for pipe flanges
ASME B18.21	Square and Hex Bolts and screws inch Series
ASME B18.2.2	Square and Hex Nuts MSS SP44 Steel Pipeline Flanges
ASME B1.1	Unified inch Screw Threads
MSS SP75	Specification for High Test Wrought Buttwelding Fittings
UNI-EN ISO15614-1	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici-Prove di qualificazione della procedura di saldatura-Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.
API 5L	Specification for line pipe
EN 10208-2	Steel pipes for pipelines for combustible fluids
ASTM A 193	Alloy steel and stainless steel-bolting materials
ASTM A 194	Carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure
ASTM A 105	Standard specification for "forging, carbon steel for piping components"
ASTM A 216	Standard specification for "carbon steel casting suitable for fusion welding for high temperature service"
ASTM A 234	Piping fitting of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevate temperatures

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 9 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

ASTM A 370	Standard methods and definitions for "mechanical testing of steel products"
ASTM A 694	Standard specification for "forging, carbon and alloy steel, for pipe flanges, fitting, valves, and parts for high pressure transmission service"
ASTM E 3	Preparation of metallographic specimens
ASTM E 23	Standard methods for notched bar impact testing of metallic materials
ASTM E 92	Standard test method for vickers hardness of metallic materials
ASTM E 94	Standards practice for radiographic testing
ASTM E 112	Determining average grain size
ASTM E 138	Standards test method for Wet Magnetic Particle
ASTM E 384	Standards test method for microhardness of materials
ISO 898/1	Mechanical properties for fasteners – part 1 – bolts, screws and studs
ISO 2632/2	Roughness comparison specimens – part 2: spark-eroded, shot blasted and grit blasted, polished
ISO 6892	Metallic materials – tensile testing
ASME Sect. V	Non-destructive examination
ASME Sect. VIII	Boiler and pressure vessel code
ASME Sect. IX	Boiler construction code-welding and brazing qualification
CEI 15-10	Norme per "Lastre di materiali isolanti stratificati a base di resine termoindurenti"
ASTM D 624	Standard method of tests for tear resistance of vulcanised rubber
ASTM E 165	Standard practice for liquid penetrant inspection method
ASTM E 446	Standard reference radiographs for steel castings up to 2" in thickness
ASTM E 709	Standard recommended practice for magnetic particle examination

Sistema di Protezione Anticorrosiva

UNI EN 12954	Protezione catodica di strutture metalliche interrate – Principi generali e applicazione per condotte
UNI EN 14505	Protezione catodica di strutture complesse
UNI EN 13509	Tecniche di misurazione per la protezione catodica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 10 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

3 DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

L'opera in oggetto, progettata per il trasporto di gas naturale con densità $0,72 \text{ kg/m}^3$ in condizioni standard ad una pressione massima di esercizio di 75 bar, sarà costituita da un sistema integrato di condotte, formate da tubi di acciaio collegati mediante saldatura (linea), che rappresenta l'elemento principale del sistema di trasporto in progetto, e da una serie di impianti e punti di linea che, oltre a garantire l'operatività della struttura, realizzano l'intercettazione della condotta in accordo alla normativa vigente.

Nell'ambito del progetto si distinguono la messa in opera di:

- una linea (principale) DN 750 (30"), che garantirà il trasporto tra l'impianto di Sansepolcro e l'impianto di Terranuova Bracciolini;
- 7 linee (secondarie o derivate), e funzionalmente connesse alla realizzazione della nuova struttura di trasporto Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), che assicurerà il collegamento tra la condotta principale e le diverse utenze esistenti lungo il tracciato delle stesse, le cui informazioni principali sono riportate nella tabella riepilogativa Tab. 1/A.

Il progetto prevede inoltre la dismissione di:

- una linea (principale) DN 600 (24"), tra Sansepolcro e Terranuova Bracciolini;
- 6 linee (secondarie o derivate), che si staccano dalla linea in esercizio denominata "Met. Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24)".

In sintesi, l'intervento, prevede la messa in opera di:

- Linee principali - una linea denominata: "Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75 bar" della lunghezza di 45,621 km.
- Linee secondarie – n. 7 linee di vario diametro per una lunghezza complessiva pari a 1,395 km circa, con i seguenti diametri:
 - DN 100 (4") per una lunghezza di 0,801 km;
 - DN 200 (8") per una lunghezza di 0,602 km;
- n. 9 punti di linea di cui uno ubicato lungo una linea secondaria.

e la dismissione di:

- Linee principali - una linea denominata: "Metanodotto Montelupo - Sansepolcro DN 600 (24") DP MOP 70 (35) bar" nel tratto Sansepolcro – Terranuova Bracciolini per una lunghezza di 43,994 km;
- Linee secondarie – n. 6 linee di vario diametro per una lunghezza complessiva pari a 1,218 km circa, di cui 5 si staccano dal tratto di Metanodotto Sansepolcro – Terranuova Bracciolini, con i seguenti diametri:
 - DN 80 (3") per una lunghezza di 0,199 km;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 11 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- DN 100 (4") per una lunghezza di 0,408 km;
- DN 150 (6") per una lunghezza di 0,023 km;
- DN 200 (8") per una lunghezza di 0,588 km;
- n. 12 punti di linea ubicati nella linea principale.

Un tratto DN 600 (24") dell'esistente "Metanodotto Montelupo - Sansepolcro DN 600 (24")" da mantenere in esercizio di lunghezza complessiva di 1,415 km.

La pressione di progetto, adottata per il calcolo dello spessore delle tubazioni del nuovo metanodotto principale, è pari a 75 bar. Gli standard costruttivi delle opere in progetto sono allegati alla presente relazione (Allegato 2 - "Disegni tipologici di progetto").

Rappresentazione cartografica del tracciato di progetto

Le analisi e le caratterizzazioni ambientali di cui al presente Studio sono state effettuate in corrispondenza del tracciato, sia delle nuove condotte, sia di quelle in dismissione.

Al fine di facilitare la consultazione della documentazione cartografica tematica allegata al presente studio, si è proceduto ad elaborare una doppia rappresentazione delle porzioni di territorio interessate dalle due tipologie di intervento.

Per limitare il numero dei codici degli elaborati e agevolare la consultazione della documentazione cartografica prodotta, è stato mantenuto, per ogni tematica trattata, il medesimo codice identificativo sia per la rappresentazione degli interventi in progetto, che per quella in dismissione. Le tavole relative alla messa in opera delle nuove condotte in progetto sono così state ordinate nel senso di trasporto del gas con una numerazione crescente facendo seguire a quelle relative alla condotta principale DN 750 (30"), le tavole riguardanti le linee secondarie in progetto e, a seguire, quelle relative alla linea principale ed alle relative linee secondarie in dismissione (contraddistinte dal valore numerico seguito dalla lettera "A").

La cartografia tematica è stata prodotta in scala 1:10.000, formato A3 adottando il criterio di associare alle tavole dedicate alla dismissione lo stesso valore numerico di quelle dedicate alla messa in opera delle condotte in progetto ove i tracciati ricadono nello stesso ambito territoriale. Conseguentemente le tavole riferite al tracciato DN 750 (30") in progetto sono numerate da 1 a 12, mentre quelle relative alla condotta DN 600 (24") in dismissione sono numerate da 1/A a 12/A. Analogamente, per quanto concerne le linee secondarie in progetto, queste saranno rappresentate nelle tavole numerate da 13 a 19, mentre quelle in dismissione dalle tavole da 13/A a 18/A (vedi Tab. 3/B e All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 12 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 3/A: Tavole Tracciato di Progetto

Opera in progetto	n. Tavola
Condotta Principale Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto	1÷12
Linee secondarie (derivazioni e allacciamenti) in progetto	13÷19
Condotta principale Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione	1/A÷12/A
Linee secondarie (derivazioni e allacciamenti) in dismissione	13/A÷18/A

3.1 Linea

3.1.1 Tubazioni

Le tubazioni impiegate saranno in acciaio di qualità e rispondenti a quanto prescritto al punto 3 del DM 17 aprile 2008.

I tubi, collaudati singolarmente dalle industrie produttrici, avranno una lunghezza media, sia per la linea principale che per le linee secondarie di 12 m, saranno smussati e calibrati alle estremità per permettere la saldatura elettrica di testa ed avranno le seguenti caratteristiche (vedi Tab. 3.1/A).

Tab. 3.1/A: Caratteristiche tecniche delle tubazioni

Diametro nominale DN	Carico unitario al limite di allungamento totale (N/mm ²)	Spessore minimo (mm)	Materiale (acciaio di qualità)
750 (30")	415	14,3	EN L415MB
200 (8")	360	7,0	EN L360MB
100 (4")	360	5,2	EN L360MB

Le curve saranno ricavate da tubi piegati a freddo con raggio di curvatura pari a 40 diametri nominali, oppure prefabbricate con raggio di curvatura pari a 7 diametri nominali per il DN 750- e pari a 3 diametri nominale per i DN 200 e 100.

In corrispondenza degli attraversamenti delle linee ferroviarie, in accordo al DM Infrastrutture e Trasporti del 4 aprile 2014, la condotta sarà messa in opera in tubo di protezione avente le seguenti caratteristiche (vedi Tab. 3.1/B):

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 13 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 3.1/B: Caratteristiche tecniche dei tubi di protezione

Diametro nominale condotta (DN)	Diametro nominale tubo di protezione (DN)	Spessore (mm)	Materiale (acciaio di qualità)
750 (30")	900 (36")	19,6	EN L450MB
200 (8")	300 (12")	9,5	EN L360MB
100 (4")	200 (8")	7,0	EN L360MB

Negli attraversamenti delle strade più importanti e dove, per motivi tecnici, si è ritenuto opportuno, la condotta sarà messa in opera in tubo di protezione avente le stesse caratteristiche delle tubazioni utilizzate per gli attraversamenti delle linee ferroviarie.

3.1.2 Materiali

Per il calcolo dello spessore di linea della tubazione sono stati scelti i seguenti gradi di utilizzazione rispetto al carico unitario di snervamento minimo garantito:

- Condotta DN 750 (30") – 75 bar: $f \leq 0,72$
- Condotte DN 200 (8"), DN 100 (4") – 75 bar: $f \leq 0,57$

3.1.3 Calcolo dello spessore delle tubazioni

I tubi costituenti le condotte di trasporto principale saranno di acciaio di grado EN L415MB per quanto riguarda la condotta di diametro DN 750 (30"), e di grado EN L360MB per quanto riguarda le condotte di diametro DN 200 (8") e DN 100 (4").

Il grado di utilizzazione scelto per il calcolo dello spessore dei tubi è $f = 0,72$ per la condotta DN 750 (30") e $f = 0,57$ per le condotte DN 200 (8") e DN 100 (4"). In riferimento a quanto previsto al punto 2.1 del DM 17/04/08, lo spessore nominale del tubo di linea minimo t_{min} (calcolato al netto delle tolleranze negative di fabbricazione) deve risultare non inferiore al valore determinato con la seguente espressione:

$$t \geq t_{min} \text{ (mm)} = (DP \cdot D) / (20 \cdot s_p)$$

con:

- D diametro esterno della condotta in mm;
- DP pressione di progetto;
- s_p sollecitazione circonferenziale ammissibile (espressa in MPa) $\leq f \cdot R_{t0,5}$;
- f grado di utilizzazione;
- $R_{t0,5}$ carico unitario di snervamento minimo garantito.

Inoltre, al fine di soddisfare le prescrizioni dei punti 2.5 e 2.7 della "Regola tecnica", lo spessore minimo t_{1min} dei tubi posati in sede stradale di autostrade e strade statali, regionali e provinciali, per attraversamenti o con percorso parallelo alla carreggiata, viene calcolato in base alla pressione massima di esercizio aumentata del 25% come indicato nella seguente formula:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 14 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

$$t \geq t_{1min} \text{ (mm)} = (1,25 \text{ DP} \cdot D) / (20 \cdot s_p)$$

Viene effettuato il calcolo in base ai diametri utilizzati per le condotte in progetto.

Tubazione da DN 750 (30"), f ≤ 0,72

$$t \geq t_{min} \text{ (mm)} = (DP \cdot D) / (20 \cdot s_p) = (75 \cdot 762) / (20 \cdot 298,8) = 9,56 \text{ mm}$$

$$t \geq t_{1min} \text{ (mm)} = (1,25 \text{ DP} \cdot D) / (20 \cdot s_p) = (1,25 \cdot 75 \cdot 762) / (20 \cdot 298,8) = 11,95 \text{ mm}$$

Lo spessore adottato per le linee a spessore normale e maggiorato è pari a **14,3 mm** e risulta maggiore di t_{min} e di t_{1min} calcolati al netto delle tolleranze negative di fabbricazione.

Nei casi di parallelismi ed attraversamenti di linee ferroviarie vengono applicate le norme emanate dal Ministero dei Trasporti a tutela degli impianti di propria competenza (Decreto Ministeriale 04 Aprile 2014 – “*Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*”).

Lo spessore della condotta con DN 750 interessata dall'attraversamento ferroviario sarà quindi pari a **17,5 mm**, valore maggiore dello spessore minimo calcolato con la formula di cui al punto 2.3.3 del D.M. 4 Aprile 2014 utilizzando un fattore di sicurezza minimo $K_s = 2.5$.

Tubazione da DN 200 (8"), f ≤ 0,57

$$t \geq t_{min} \text{ (mm)} = (DP \cdot D) / (20 \cdot s_p) = (75 \cdot 219,1) / (20 \cdot 205,2) = 4,00 \text{ mm}$$

$$t \geq t_{1min} \text{ (mm)} = (1,25 \text{ DP} \cdot D) / (20 \cdot s_p) = (1,25 \cdot 75 \cdot 219,1) / (20 \cdot 205,2) = 5,01 \text{ mm}$$

Lo spessore adottato per le linee a spessore normale e maggiorato è pari a **7,0 mm** e risulta maggiore di t_{min} e di t_{1min} calcolati al netto delle tolleranze negative di fabbricazione.

Nei casi di parallelismi ed attraversamenti di linee ferroviarie vengono applicate le norme emanate dal Ministero dei Trasporti a tutela degli impianti di propria competenza (Decreto Ministeriale 04 Aprile 2014 – “*Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*”).

Lo spessore della condotta con DN 200 interessata dall'attraversamento ferroviario sarà quindi pari a **7,0 mm**, valore maggiore dello spessore minimo calcolato con la formula di cui al punto 2.3.3 del D.M. 4 Aprile 2014 utilizzando un fattore di sicurezza minimo $K_s = 2.5$.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 15 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tubazione da DN 100 (4"), f ≤ 0,57

$$t \geq t_{\min} \text{ (mm)} = (DP \cdot D) / (20 \cdot s_p) = (75 \cdot 114,3) / (20 \cdot 205,2) = 2,08 \text{ mm}$$

$$t \geq t_{1\min} \text{ (mm)} = (1,25 DP \cdot D) / (20 \cdot s_p) = (1,25 \cdot 75 \cdot 114,3) / (20 \cdot 205,2) = 2,61 \text{ mm}$$

Lo spessore adottato per le linee a spessore normale e maggiorato è pari a **5,2 mm** e risulta maggiore di t_{\min} e di $t_{1\min}$ calcolati al netto delle tolleranze negative di fabbricazione.

Nei casi di parallelismi ed attraversamenti di linee ferroviarie vengono applicate le norme emanate dal Ministero dei Trasporti a tutela degli impianti di propria competenza (Decreto Ministeriale 04 Aprile 2014 – “*Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*”).

Lo spessore della condotta con DN 100 interessata dall'attraversamento ferroviario sarà quindi pari a **5,2 mm**, valore maggiore dello spessore minimo calcolato con la formula di cui al punto 2.3.3 del D.M. 4 Aprile 2014 utilizzando un fattore di sicurezza minimo $K_s = 2.5$.

3.1.4 Protezione anticorrosiva

La condotta sarà protetta da:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento di nastri adesivi in polietilene estruso ad alta densità, applicato in fabbrica, dello spessore minimo di 3 mm, ed un rivestimento interno in vernice epossidica. I giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- una protezione attiva (catodica) attraverso un sistema di correnti indotte con apparecchiature poste lungo la linea che rende il metallo della condotta elettricamente più negativo rispetto all'elettrolito circostante (terreno, acqua, ecc.).

La protezione attiva viene realizzata contemporaneamente alla posa del metanodotto collegandolo ad uno o più impianti di protezione catodica costituiti da apparecchiature che, attraverso circuiti automatici, provvedono a mantenere il potenziale della condotta più negativo o uguale a -1 V rispetto all'elettrodo di riferimento Cu-CuSO4 saturo.

3.1.5 Telecontrollo

Lungo la condotta DN 750 (30") verrà posato un cavo per telecontrollo, inserito all'interno di una polifora costituita da tre tubi in PEAD DN 50.

In corrispondenza degli attraversamenti la polifora in PEAD verrà posata in tubo di protezione in acciaio avente le seguenti caratteristiche:

- Diametro nominale 100 (4") /150 (6");
- Spessore 3,6 /5,1 mm.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 16 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

3.1.6 Fascia di asservimento

La costruzione ed il mantenimento di un metanodotto sui fondi privati sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non aedificandi).

La società Snam Rete Gas S.p.A. acquisisce la servitù stipulando con i singoli proprietari dei fondi un atto autentificato, registrato e trascritto in adempimento di quanto in materia previsto dalle leggi vigenti.

L'ampiezza di tale fascia varia in rapporto al diametro ed alla pressione di esercizio del metanodotto in accordo alle vigenti normative di legge: nel caso in oggetto, la realizzazione della nuova condotta DN 750 (30") comporterà l'imposizione di una fascia di servitù pari a 20 m per parte rispetto all'asse della condotta (vedi Allegato 2 – "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-177).

Nel caso in oggetto, in corrispondenza dei tratti ove la nuova linea risulta in parallelo alla condotta esistente 600 (24") in dismissione, l'ampliamento della larghezza della fascia di asservimento andrà a sovrapporsi alla servitù già esistente con un incremento di 6 metri.

Per le linee secondarie in progetto la fascia di servitù sarà pari a 13,5 m per parte rispetto all'asse delle condotte (vedi Dis. ST-177), e non si registrano incrementi di servitù perché non sono presenti casi di parallelismo ad altre condotte in progetto o in dismissione.

3.2 Impianti e punti di linea

Punti di linea

Il progetto prevede solo la realizzazione di punti di intercettazione.

Punti di intercettazione

In accordo alla normativa vigente (DM 17.04.08), la condotta sarà sezionabile in tronchi mediante apparecchiature di intercettazione (valvole) denominate:

- Punto di intercettazione di derivazione importante (PIDI) che, oltre a sezionare la condotta, ha la funzione di consentire sia l'interconnessione con altre condotte, sia l'alimentazione di condotte derivate dalla linea principale;
- Punto di intercettazione di linea (PIL), che ha la funzione di sezionare la condotta interrompendo il flusso del gas;
- Punto di intercettazione di derivazione semplice (PIDS) che, oltre a sezionare la condotta, ha la funzione di consentire l'interconnessione con condotte di piccolo diametro derivate dalla linea principale;
- Punto di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDA), che rappresenta il punto di consegna terminale ad una cabina utenza.

I punti di intercettazione sono costituiti da tubazioni interrato, ad esclusione della tubazione di scarico del gas in atmosfera (attivata, eccezionalmente, per operazioni di manutenzione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 17 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

straordinaria e durante le operazioni di allacciamento delle condotte derivate) e della relativa struttura di sostegno. Gli impianti comprendono inoltre valvole di intercettazione interrata, apparecchiature per la protezione elettrica della condotta e, in corrispondenza dei punti di intercettazione di derivazione importante (PIDI) e Punti di Intercettazione di Linea (PIL), anche un fabbricato in muratura per il ricovero delle apparecchiature e dell'eventuale strumentazione di controllo. Il progetto prevede la realizzazione di fabbricati di tipo B5 (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-181) per tutti i punti ad eccezione del PIDS relativo allo stacco denominato "All.to TCA S.p.a. DN100 DP 75 bar" per il quale non è previsto alcun tipo di fabbricato (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-209). In corrispondenza degli Impianti di partenza e di arrivo non è prevista la realizzazione di alcun fabbricato in quanto previsto in adiacenza di esistenti impianti Snam.

In ottemperanza a quanto prescritto dal DM 17.04.08, la distanza massima fra i punti di intercettazione sarà di 15 km. In corrispondenza degli attraversamenti di linee ferroviarie, le valvole di intercettazione, in conformità alle vigenti norme, devono comunque essere poste a cavallo di ogni attraversamento ad una distanza fra loro non superiore a 2 km (vedi Tab. 3.2/A di seguito).

Le valvole di intercettazione di linea saranno motorizzate per mezzo di attuatori fuori terra e manovrabili a distanza mediante cavo telecomando, interrato a fianco della condotta, e/o tramite ponti radio con possibilità di comando a distanza (telecontrollo) per un rapido intervento di chiusura. Le valvole di intercettazione saranno telecontrollate dalla Centrale Operativa Snam di San Donato Milanese.

La collocazione di tutti gli impianti è prevista, per quanto possibile, in vicinanza di strade esistenti dalle quali verrà derivato un breve accesso carrabile (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-160). Ove non è possibile soddisfare questo criterio, si cerca, per quanto possibile, di utilizzare l'esistente rete di viabilità minore, realizzando, ove necessario, opere di adeguamento di tali infrastrutture, consistenti principalmente nella ripulitura e miglioramento del sedime carrabile, attraverso il ricarica con materiale inerte, e nella sistemazione delle canalette di regimazione delle acque meteoriche.

Tutti i punti di linea sopra descritti sono recintati con pannelli in grigliato di ferro zincato alti 2 m dal piano impianto e fissati, tramite piantana in acciaio, su cordolo di calcestruzzo armato dell'altezza dal piano campagna di circa 60 cm.

La loro ubicazione, relativamente alla condotta principale in progetto, è indicata nelle allegate planimetrie in scala 1:10.000 ed elencati nella tabella seguente (vedi Tab. 3.2/A e All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001). I disegni tipologici relativi agli impianti e punti di intercettazione sono allegati alla presente relazione (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Impianti e punti di linea).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 18 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 3.2/A: Ubicazione degli impianti e dei punti di linea in progetto

Progr. (km)	Comune	Località	Impianto	Sup. impianto (m ²)	Sup. con mascheramento (m ²)	Strada di accesso (m)
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto						
0,138	Sansepolcro	Area impiantistica di Sansepolcro	PIDI n. 1 (*)	-	-	-
4,706	Anghiari	Pietto	PIDI n. 2	286	530	80
13,844		San Bartolomeo	PIL n. 3	250	485	70
22,431	Arezzo	La Casina	PIDI n. 4	286	530	110
23,611		Le Basse	PIDI n. 5	592	926	15
33,024	Castiglion Fibocchi	Casina dei Cardi	PIDI n. 6	371	645	90
39,825	Loro Ciuffenna	Monticello	PIDI n. 7	286	530	70
45,621	Terranuova Bracciolini	Area impiantistica di Terranuova B.	Stazione L/R n. 8 (*)	-	-	-
All.to TCA Spa DN 100 (4") in progetto						
0,018	Capolona	Castelluccio	PIDS	17	66	20

(*) Impianto realizzato mediante ampliamento dell'area impiantistica esistente

4 FASI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA

La costruzione di un metanodotto si attua attraverso l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Le operazioni di messa in opera delle condotte si articolano, generalmente nella seguente serie di fasi operative:

- realizzazione di infrastrutture provvisorie (piazzole di accatastamento tubazioni, deponie temporanee ecc.)
- apertura dell'area di passaggio;
- sfilamento delle tubazioni lungo l'area di passaggio;
- saldatura di linea e controlli non distruttivi delle saldature;
- scavo della trincea;
- rivestimento dei giunti;
- posa della condotta;
- rinterro della condotta;
- realizzazione degli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua, di opere in sotterraneo, degli impianti e dei punti di linea (interventi realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 19 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta;
- esecuzione dei ripristini.

4.1 Fasi di costruzione

4.1.1 Realizzazione di infrastrutture provvisorie

Con il termine di "infrastrutture provvisorie" s'intendono le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento delle tubazioni (P), della raccorderia, ecc..

Le piazzole saranno realizzate a ridosso di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto dei materiali. La realizzazione delle stesse, previo scotico e accantonamento dell'humus superficiale, consiste nel livellamento del terreno. Si eseguiranno, ove non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

In fase di progetto è stata individuata la necessità di predisporre 4 piazzole provvisorie di stoccaggio tubazioni lungo i tracciati delle condotte principali (vedi Tab. 4.1/A). Tutte le piazzole sono collocate in corrispondenza di superfici prative o a destinazione agricola e la loro ubicazione indicativa è riportata nelle allegate planimetrie in scala 1:10.000 (vedi All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001).

Tab. 4.1/A: Ubicazione delle infrastrutture provvisorie

Progr. (km)	Comune	Località	num. ordine	Sup. (m ²)
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto				
0,174	Sansepolcro	Area impiantistica di Sansepolcro	P01	2540
3,961	Anghiari	Il Riolo	P02	5310
20,192	Arezzo	Il Giardinello	P03	5010
30,652		Casa Curzio	P04	7180
45,621	Terranuova Bracciolini	Area impiantistica di Terranuova B.	P05	9750

4.1.2 Apertura dell'area di passaggio

Lo svolgimento delle varie fasi operative e cantieristiche relative alla costruzione del metanodotto richiede l'apertura di un'area di passaggio, che deve essere per quanto possibile continua e di larghezza tale da garantire la massima sicurezza nei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 20 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

L'apertura dell'area di passaggio è realizzata con mezzi cingolati, quali ruspe, escavatori e pale caricatrici, ecc.

Nelle aree occupate da boschi, vegetazione ripariale e colture arboree (vigneti, frutteti, ecc.), l'apertura dell'area di passaggio comporterà il taglio delle piante, da eseguirsi al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali, e la rimozione delle ceppaie. Nelle aree agricole sarà garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio ed in presenza di colture arboree si provvederà, ove necessario, all'ancoraggio provvisorio delle stesse. In questa fase si opererà anche lo spostamento di pali di linee elettriche e/o telefoniche ricadenti nella fascia di lavoro.

Contestualmente all'apertura dell'area di passaggio sarà eseguito, ove presente, la salvaguardia dello strato umico superficiale che, accantonato con adeguata protezione al margine della fascia di lavoro, sarà riposizionato nella sede originaria durante la fase dei ripristini. In questa fase verranno realizzate talune opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque.

L'area di passaggio per la messa in opera delle nuove condotte avrà una larghezza L (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto" Dis. ST-001), che sarà generalmente ripartita in due fasce funzionali distinte:

- una fascia laterale continua, di larghezza A, per il deposito del materiale di scavo della trincea;
- una fascia di larghezza B per consentire:
 - l'assiemaggio della condotta;
 - il passaggio dei mezzi occorrenti per l'assiemaggio, il sollevamento e la posa della condotta e per il transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

In tratti caratterizzati da particolari condizioni morfologiche, ambientali e vegetazionali (presenza di vegetazione arborea d'alto fusto) tale larghezza potrà, per tratti limitati, essere ridotta rinunciando alla possibilità di transito con sorpasso dei mezzi operativi e di soccorso.

L'area di passaggio ristretta, di larghezza L, (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-001), dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- una fascia laterale continua, di larghezza A, per il deposito del materiale di scavo della trincea;
- una fascia di larghezza B per consentire:
 - l'assiemaggio della condotta;
 - il passaggio dei mezzi occorrenti per l'assiemaggio, il sollevamento e la posa della condotta.

Di seguito si riportano le larghezze dell'area di passaggio normale (vedi Tab. 4.1/B) e ristretta (vedi Tab. 4.1/C) relativamente alle tre condotte principali e alle linee secondarie in progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 21 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 4.1/B: Area di passaggio normale per le condotte in progetto

DN	Area di passaggio normale		
	A (m)	B (m)	L (m)
750 (30")	10	14	24
200 (8")	7	9	16
100 (4")	6	8	14

Tab. 4.1/C: Area di passaggio ristretta per le condotte in progetto

DN	Area di passaggio ristretta		
	A (m)	B (m)	L (m)
750 (30")	8	12	20
200 (8")	5	9	14
100 (4")	4	8	12

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture (strade, ferrovie, ecc.), di corsi d'acqua e di aree particolari (imbocchi tunnel, impianti di linea), l'ampiezza dell'area di passaggio sarà superiore ai valori sopra riportati per evidenti esigenze di carattere esecutivo ed operativo.

L'ubicazione dei tratti in cui si renderà necessario l'ampliamento delle aree di passaggio sopra indicate è riportata negli allegati grafici (vedi All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001), mentre la stima delle relative superfici interessate è riportata nella tabella 4.1/D seguente.

Tab. 4.1/D: Ubicazione dei tratti di allargamento dell'area di passaggio

Da (km)	A (km)	Comune	Località	Motivazione	Superf. (m ²)
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto					
0,000	0,085	Sansepolcro	Area impiantistica di Sansepolcro	Collegamento condotta esistente, Realizzazione PIDI n.1, stoccaggio materiale	2557
0,236	0,276		Area impiantistica di Sansepolcro	Attraversamento Strada Vicinale	379
0,292	0,326		Area impiantistica di Sansepolcro	Attraversamento Strada Vicinale	332
0,627	0,706		Fiume Tevere	Microtunnel Fiume Tevere	3993
1,367	1,496		Fiume Tevere	Microtunnel Fiume Tevere Attraversamento SC Falcigiano Santa Flora	4963
1,509	1,544		Santa Croce	Attraversamento SC Falcigiano Santa Flora	348
3,948	3,983	Anghiari	Molino del Comune	Attraversamento SC per Viaio	199

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 22 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Da (km)	A (km)	Comune	Località	Motivazione	Superf. (m ²)
3,994	4,036	Anghiari	Molino del Comune	Attraversamento SC per Viaio	368
4,679	4,729		PIDI n.2 Loc. Pietto	Realizzazione PIDI n.2, Attraversamento Strada Vicinale	909
4,741	4,879		Pietto	Microtunnel La Fornace	4305
5,790	5,855		Pontremo	Microtunnel La Fornace	2576
6,465	6,585		La Bianca	Microtunnel Tavernelle	3450
7,011	7,113		La Casa	Microtunnel Tavernelle	4178
7,295	7,392		La Casa	Microtunnel Bargellino	5154
7,766	7,897		S.P. 43 della Libbia	Microtunnel Bargellino	3072
11,974	12,022		La Ginepraia	Microtunnel La Ginepraia	2315
12,169	12,180		La Ginepraia	Microtunnel La Ginepraia	35
12,488	12,510		Sezzano	Stoccaggio materiale per percorrenza cresta	81
12,545	12,590		Sezzano	Stoccaggio materiale per percorrenza cresta, realizzazione paratia di pali	883
13,798	13,941		San Bartolomeo	Realizzazione PIL 3	1851
18,184	18,212		Arezzo	L'Antecchia	Realizzazione Trenchless
18,306	18,377	L'Antecchia		Realizzazione Trenchless	396
20,100	20,130	Il Giardinello		Attraversamento Strada Comunale di Campriano	339
20,509	20,537	Il Giardinello		Attraversamento S.P. della Catona	331
20,547	20,587	Il Giardinello		Attraversamento S.P. della Catona	321
21,285	21,387	Querciola		Allargamento area di passaggio	358
21,462	21,511	Querciola		Allargamento area di passaggio	224
22,389	22,451	La Casina		Realizzazione PIDI 4, Attraversamento S.R. n. 71 Umbro Casentino Romagnolo, Attraversamento Ferrovia Casentino	694
22,494	22,531	La Casina		Attraversamento S.R. n. 71 Umbro Casentino Romagnolo, Attraversamento Ferrovia Casentino	718
22,600	22,641	La Casina		Attraversamento Strada Comunale	344
22,650	22,682	La Casina		Attraversamento Strada Comunale	300
23,557	23,665	Le Basse		Realizzazione PIDI 5, stoccaggio materiali	5278

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 23 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Da (km)	A (km)	Comune	Località	Motivazione	Superf. (m ²)	
23,676	23,719	Arezzo	Le Basse	Attraversamento Strada Comunale	426	
24,771	24,832		Cimitero	1° Attraversamento S.P. della Libbia	584	
24,920	24,957		Cimitero	Attraversamento Strada Comunale	310	
25,086	25,105		Cimitero	2° Attraversamento S.P. della Libbia	300	
25,123	25,166		Cimitero	2° Attraversamento S.P. della Libbia	360	
25,535	25,673		Rotonda Viale 2 Giugno	3° Attraversamento S.P. della Libbia, Attraversamento Viale 2 Giugno	1529	
25,828	25,860		La Casaccia	Attraversamento Strada Comunale	297	
25,872	25,900		La Casaccia	Attraversamento Strada Comunale	304	
26,488	26,523		Venere	Attraversamento S.C. di Venere	259	
26,534	26,575		Venere	Attraversamento S.C. di Venere	431	
26,804	27,178		Venere	Microtunnell Fiume Arno	8157	
27,695	27,819		Capolona	Spicchio	Microtunnell Fiume Arno	5387
28,009	28,029			Spicchio	Attraversamento S.P. n.56 Dello Spicchio	640
29,818	29,851	C. Briaco		Attraversamento Strada dei Cincelli	327	
29,860	29,894	C. Briaco		Attraversamento Strada dei Cincelli	294	
30,694	30,725	Arezzo	Casa Curzio	Attraversamento Strada Comunale di Meliciano	302	
32,823	32,853	Castiglion Fibocchi	Fontanaccia	Attraversamento Strada Comunale di Meliciano	306	
32,864	32,894		Fontanaccia	Attraversamento Strada Comunale di Meliciano	289	
33,002	33,042		Casina dei Cardi	Realizzazione PIDI 6	687	
33,906	33,937		Ca' Maggiori	Attraversamento Strada Comunale San Quirico	286	
33,945	33,977		Ca' Maggiori	Attraversamento Strada Comunale San Quirico, stoccaggio materiali	4505	
34,119	34,159		Ca' Maggiori	Attraversamento Strada Comunale Casa Iugo	269	
34,173	34,207		Ca' Maggiori	Attraversamento Strada Comunale Casa Iugo	180	
36,015	36,103		Bellavista	Stoccaggio materiali	4209	
39,088	39,119		Loro Ciuffenna	Cimitero	Attraversamento S.P. 3 di Vetereta	293
39,126	39,160	Cimitero		Attraversamento S.P. 3 di Vetereta	241	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 24 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Da (km)	A (km)	Comune	Località	Motivazione	Superf. (m ²)
39,688	39,752	Loro Ciuffenna	Torrente Agna	Realizzazione Opere su Torrente Agna	1005
39,812	39,857		Monticello	Realizzazione PIDI 7	898
40,566	40,630	Terranuova Bracciolini	San Giustino	TOC San Giustino	2286
40,898	41,065		San Giustino	TOC San Giustino e colonna di Varo	3292
41,342	41,356		Strada Comunale di Campogialli	Attraversamento Strada Comunale di Campogialli	368
41,364	41,375		Strada Comunale di Campogialli	Attraversamento Strada Comunale di Campogialli	83
43,072	43,082		Strada Comunale della Traiana	Attraversamento Strada Comunale della Traiana	144
43,095	43,129		Strada Comunale della Traiana	Attraversamento Strada Comunale della Traiana	332
43,311	43,460		Il Casale	Realizzazione paratia pali	1220
43,665	43,677		Il Casale	Attraversamento Borro del Poggiano	250
45,407	45,464		Area impiantistica di Terranuova B.	Attraversamento Borro del Doccio	845
Ricollegamento Der. per Arezzo DN 200 (8") in progetto					
0,490	0,490	Arezzo	Le Basse	Collegamento condotta esistente	80
Der. per Bibbiena DN 200 (8"), DN 600 (24"), DN 150 (6") in progetto					
0,000	0,028	Arezzo	Le Basse	Collegamento condotta esistente	80
1,495	1,520	Capolona	Sant'Agata	Collegamento condotta esistente	147
All. TCA SpA DN 100 (4") DP 75 bar					
0,000	0,027	Capolona	Sant'Agata	Collegamento condotta esistente	177
0,359	0,359		Castelluccio	Collegamento condotta esistente	100
Rif. All. Comune di Castel Fibocchi DN 100 (4") in progetto					
0,116	0,116	Castiglion Fibocchi	Le Basse	Collegamento condotta esistente	70

L'accessibilità all'area di passaggio è normalmente assicurata dalla viabilità ordinaria, che, durante l'esecuzione dell'opera, subirà unicamente un aumento del traffico dovuto ai soli mezzi dei servizi logistici.

I mezzi adibiti alla costruzione invece utilizzeranno l'area di passaggio messa a disposizione per la realizzazione dell'opera.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 25 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Oltre alle arterie statali e provinciali, l'accessibilità al tracciato è assicurata dalla esistente viabilità secondaria costituita da strade comunali, vicinali e forestali, spesso in terra battuta, che trova origine dalla citata rete viaria (vedi Tab. 4.1/E e All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001 - strade evidenziate in colore verde).

L'accesso dei mezzi al tracciato richiederà la realizzazione di opere di adeguamento di tali infrastrutture; consistenti principalmente nella ripulitura ed adeguamento del sedime carrabile e nella sistemazione delle canalette di regimazione delle acque meteoriche.

Tab. 4.1/E: Ubicazione dei tratti di adeguamento della viabilità esistente

Progressiva (km)	Comune	Località	Lung.za (m)	Motivazione
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto				
0,204	Sansepolcro	Area impiantistica di Sansepolcro	103	Accesso area di passaggio ed area impiantistica di partenza
6,579	Anghiari	La Banchina di Sotto	443	Accesso area di passaggio realizzazione Microtunnell Tavernelle
7,372		La Casa	45	Accesso area di passaggio per Realizzazione Microtunnell Tavernelle
20,645	Arezzo	Le Fosse	56	Accesso area di passaggio
26,530		Venere	25	Accesso area di passaggio
28,088	Capolona	Spicchio	30	Accesso area di passaggio Microtunnell Fiume Arno
31,928	Arezzo	C. Vialla di Sotto	278	Accesso area di passaggio
33,998	Castiglion Fibocchi	Ca' Maggior	32	Accesso area di passaggio
34,364		C. Santa Maria	92	Accesso area di passaggio
35,192		Il Poggiale	136	Accesso area di passaggio
37,695	Loro Ciuffenna	C. Chiocci	86	Accesso area di passaggio
38,243		P. Piandinova	339	Accesso area di passaggio
38,681		Santa Teresa	273	Accesso area di passaggio
39,321		Cimitero	119	Accesso area di passaggio
39,778		Torrente Agna	73	Accesso area di passaggio
40,827	Terranuova Bracciolini	San Giustino	67	Accesso area di passaggio Realizzazione TOC San Giustino
42,542		Case Ciantelli	121	Accesso area di passaggio
42,017		S.C. della Traiana	117	Accesso area di passaggio
45,074		I Pianacci	74	Accesso area di passaggio
45,603		Area impiantistica di Terranuova B.	278	Accesso area di passaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 26 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Per permettere l'accesso all'area di passaggio o la continuità lungo la stessa, in corrispondenza di alcuni tratti particolari si prevede, inoltre, l'apertura di piste temporanee di passaggio di minime dimensioni (vedi Tab. 4.1/F e All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001 - strade evidenziate in colore viola). Le piste, tracciate in modo da sfruttare il più possibile l'esistente rete di viabilità campestre, saranno rimosse al termine dei lavori di costruzione dell'opera e l'area interessata ripristinata nelle condizioni preesistenti.

Tab. 4.1/F: Ubicazione delle piste temporanee di passaggio

Progressiva (km)	Comune	Località	Lung.za (m)	Motivazione
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto				
0,290	Sansepolcro	Area impiantistica di Sansepolcro	4	Accesso area di passaggio
0,630		Fiume Tevere	230	Accesso area di passaggio realizzazione Microtunnell Fiume Tevere
3,995	Anghiari	Molino del Comune	23	Accesso area di passaggio
4,028		Molino del Comune	11	Accesso area di passaggio
5,798		Pontremo	8	Accesso area di passaggio Realizzazione Microtunnell La Fornace
7,371		La Casa	20	Accesso area di passaggio per Microtunnell Tavernelle e Microtunnell Bargellino
7,766		Ponte Eleonora	95	Accesso area di passaggio Realizzazione Microtunnell Bargellino
9,251		Torrente Libbia	150	Accesso area di Passaggio
12,161		La Ginepraia	32	Accesso area di passaggio Realizzazione Microtunnell La Ginepraia
18,211		Arezzo	L'Antecchia	82
20,129	Il Giardinello		62	Accesso area di passaggio
20,638	Le Fosse		75	Accesso area di passaggio
22,629	La Casaccia		20	Accesso area di passaggio
22,660	La Casaccia		64	Accesso area di passaggio
24,731	Cimitero		11	Accesso area di passaggio
25,664	Rotonda Viale 2 Giugno		33	Accesso area di passaggio
25,874	La Casaccia		20	Accesso area di passaggio
26,496	Venere		28	Accesso area di passaggio
26,530	Venere		26	Accesso area di passaggio
27,731	Capolona	Spicchio	474	Accesso area di passaggio MICROTUNNELL Fiume Arno
29,873		C. Briaco	100	Accesso area di passaggio
30,693	Arezzo	Casa Curzio	180	Accesso Piazzola P3 e area di passaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 27 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progressiva (km)	Comune	Località	Lung.za (m)	Motivazione
32,830	Castiglion Fibocchi	Fontanaccia	65	Accesso area di passaggio
32,885		Fontanaccia	23	Accesso area di passaggio
36,527		SP1 Sette Ponti	5	Accesso area di passaggio
36,646		SP1 Sette Ponti	95	Accesso area di passaggio
36,909		SP1 Sette Ponti	17	Accesso area di passaggio
40,944	Terranuova Bracciolini	San Giustino	136	Accesso area di passaggio Realizzazione TOC San Giustino
41,383		Strada Comunale di Campogialli	15	Accesso area di passaggio
43,080		Strada Comunale della Traiana	27	Accesso area di passaggio
43,162		Il Casale	90	Accesso area di passaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 28 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.1.3 Sfilamento dei tubi lungo l'area di passaggio

L'attività consiste nel trasporto dei tubi dalle piazzole di stoccaggio ed al loro posizionamento lungo la fascia di lavoro, predisponendoli testa a testa per la successiva fase di saldatura. Per queste operazioni, saranno utilizzati trattori posatubi (sideboom) e mezzi cingolati o gommati adatti al trasporto delle tubazioni.

4.1.4 Saldatura di linea

I tubi saranno collegati mediante saldatura ad arco elettrico impiegando motosaldatrici a filo continuo. L'accoppiamento sarà eseguito mediante accostamento di testa di due tubi, in modo da formare, ripetendo l'operazione più volte, un tratto di condotta.

I tratti di tubazioni saldati saranno temporaneamente disposti parallelamente alla traccia dello scavo, appoggiandoli su appositi sostegni in legno per evitare il danneggiamento del rivestimento esterno. I mezzi utilizzati in questa fase saranno essenzialmente trattori posatubi, motosaldatrici e compressori ad aria.

4.1.5 Controlli non distruttivi delle saldature

Le saldature saranno tutte sottoposte a controlli non distruttivi mediante l'utilizzo di tecniche radiografiche e ad ultrasuoni.

4.1.6 Scavo della trincea

Lo scavo destinato ad accogliere la condotta sarà aperto con l'utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato (escavatori in terreni sciolti, martelloni in roccia).

Le dimensioni standard della trincea sono riportate nei Disegni tipologici di progetto (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici", Dis. ST-015).

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della condotta. Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di passaggio.

4.1.7 Rivestimento dei giunti

Al fine di realizzare la continuità del rivestimento in polietilene, costituente la protezione passiva della condotta, si procederà a rivestire i giunti di saldatura con apposite fasce termorestringenti. Il rivestimento della condotta sarà quindi interamente controllato con l'utilizzo di un'apposita apparecchiatura a scintillio (holiday detector) e, se necessario, saranno eseguite le riparazioni con l'applicazione di mastice e pezze protettive. È previsto l'utilizzo di trattori posatubi per il sollevamento della condotta.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 29 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.1.8 Posa della condotta

Ultimata la verifica della perfetta integrità del rivestimento, la condotta saldata sarà sollevata e posata nello scavo con l'impiego di trattori posatubi (sideboom). Nel caso in cui il fondo dello scavo presenti asperità tali da poter compromettere l'integrità del rivestimento, sarà realizzato un letto di posa con materiale inerte (sabbia, ecc.).

4.1.9 Rinterro della condotta e posa del cavo telecontrollo

La condotta posata sarà ricoperta utilizzando totalmente il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea. Le operazioni saranno condotte in due fasi per consentire, a rinterro parziale, la posa di una polifora costituita da tre tubi in Pead DN 50 e del nastro di avvertimento, utile per segnalare la presenza della condotta in gas. Uno dei tubi della polifora sarà occupato dal cavo di telecontrollo mentre i restanti due resteranno vuoti per eventuali manutenzioni. Successivamente si provvederà all'inserimento del cavo telecontrollo per mezzo di appositi dispositivi ad aria compressa.

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà, altresì, a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato.

4.1.10 Realizzazione degli attraversamenti

Gli attraversamenti di corsi d'acqua e delle infrastrutture vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea. I mezzi utilizzati sono scelti in relazione all'importanza dell'attraversamento stesso. Le macchine operatrici fondamentali (trattori posatubi ed escavatori) sono sempre presenti ed a volte coadiuvate da mezzi particolari, quali spingitubo, trivelle, ecc. Le metodologie realizzative previste per ciascun attraversamento cambiano in funzione di diversi fattori (profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, intensità del traffico, eventuali prescrizioni dell'ente competente, ecc.) e si possono così raggruppare:

- attraversamenti privi di tubo di protezione;
- attraversamenti con messa in opera di tubo di protezione;

Attraversamenti privi di tubo di protezione

Sono realizzati, per mezzo di scavo a cielo aperto, in corrispondenza di corsi d'acqua, di strade comunali e campestri.

Per gli attraversamenti dei corsi d'acqua più importanti si procede normalmente alla preparazione fuori opera del cosiddetto "cavallotto", che consiste nel piegare e quindi saldare le barre secondo la configurazione geometrica di progetto. Il "cavallotto" viene poi posato nella trincea appositamente predisposta e quindi rinterrato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 30 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Attraversamenti con tubo di protezione

Gli attraversamenti di ferrovie, strade statali, strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) e, in alcuni casi, di collettori in cls sono realizzati, in accordo alla normativa vigente, con tubo di protezione.

Il tubo di protezione è verniciato internamente e rivestito, all'esterno, con polietilene applicato a caldo in fabbrica dello spessore minimo di 3 mm.

Qualora si operi con scavo a cielo aperto, la messa in opera del tubo di protezione avviene, analogamente ai normali tratti di linea, mediante le operazioni di scavo, posa e rinterro della tubazione.

Qualora si operi con trivella spingitubo, la messa in opera del tubo di protezione comporta le seguenti operazioni:

- scavo del pozzo di spinta;
- impostazione dei macchinari e verifiche topografiche;
- esecuzione della trivellazione mediante l'avanzamento del tubo di protezione, spinto da martinetti idraulici, al cui interno agisce solidale la trivella dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo.

In entrambi i casi, contemporaneamente alla messa in opera del tubo di protezione, si procede, fuori opera, alla preparazione del cosiddetto "sigaro". Questo è costituito dal tubo di linea a spessore maggiorato, cui si applicano alcuni collari distanziatori che facilitano le operazioni di inserimento e garantiscono nel tempo un adeguato isolamento elettrico della condotta. Il "sigaro" viene poi inserito nel tubo di protezione e collegato alla linea.

Una volta completate le operazioni di inserimento, alle estremità del tubo di protezione saranno applicati i tappi di chiusura con fasce termorestringenti.

In corrispondenza di una o di entrambe le estremità del tubo di protezione, in relazione alla lunghezza dell'attraversamento ed al tipo di servizio attraversato, è collegato uno sfiato. Lo sfiato, munito di una presa per la verifica di eventuali fughe di gas e di un apparecchio tagliafiamma, è realizzato utilizzando un tubo di acciaio DN 80 (3") con spessore di 2,90 mm. La presa è applicata a 1,50 m circa dal suolo, l'apparecchio tagliafiamma è posto all'estremità del tubo di sfiato, ad un'altezza massima pari a 2,50 m. In corrispondenza degli sfiati, sono posizionate piantane alle cui estremità sono sistemate le cassette contenenti i punti di misura della protezione catodica.

Le metodologie realizzative previste per i principali attraversamenti lungo il tracciato del metanodotto in oggetto sono riassunte nella seguente tabella (vedi Tab. 4.1/G).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 31 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 4.1/G: Ubicazione attraversamenti e metodologie realizzative

Progr. (km)	Comune	Infrastrutture di trasporto	Corsi d'Acqua	Tipologia attraversamento	Modalità operativa
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto					
1,045	Sansepolcro		Fiume Tevere	-	Microtunnel Tevere DIS-AT-001
1,503		SC Falcigiano-Santa Flora	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
4,001	Anghiari	SC per Viaio	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
4,900		S.P. 47 di Caprese Michelangelo	-	-	Microtunnel La Fornace DIS-AT-002
5,783		S.P. 45 di Ponte alla Piera	-	-	Microtunnel La Fornace DIS-AT-002
6,595		Fosso della Banca	-	-	Microtunnel La Tavernelle DIS-AT-003
7,405		S.C. del Bagnolo	Torrente Sovara	-	Microtunnel Bargellino DIS-AT-004
7,754		S.P. 43 della Libbia		-	Microtunnel Bargellino DIS-AT-004
9,263		-	Torrente Libbia	-	Scavo a cielo aperto ST-048
15,648		Anghiari / Arezzo	-	Torrente Chiassacca	-
18,177	Arezzo	-	Fosso dell'Antecchia	Con tubo di protezione DN1400, ST-049	Spingitubo
20,016		-	Fosso Bagnolo	-	Scavo a cielo aperto ST-048
20,131		Strada Comunale di Campriano	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
20,542		S.P. della Catona	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
22,461		Attraversamento S.R. n. 71 Umbro Casentino Romagnola, Attraversamento Ferrovia Casentino	-	Con tubo di protezione DIS-AT-009	Spingitubo
24,563		-	Fosso Strosce	-	Scavo a cielo aperto ST-048

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 32 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progr. (km)	Comune	Infrastrutture di trasporto	Corsi d'Acqua	Tipologia attraversamento	Modalità operativa
24,806	Arezzo	S.P. 43 della Libbia	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
25,111		S.P. 43 della Libbia	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
25,570		S.P. 43 della Libbia	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
25,637		Viale 2 Giugno	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
26,530		S.C. di Venere	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
27,447		-	Fiume Arno	-	Microtunnell Arno DIS-AT-007
28,052	Capolona	S.P. n.56 Dello Spicchio	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
29,857		Strada Comunale dei Cincelli	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
30,688	Arezzo	Strada Comunale Via di Meliciano	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
32,203	Castiglion Fibocchi		Fosso della Vialla	-	Scavo a cielo aperto ST-048
32,860		Strada Comunale Via di Meliciano	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
33,575		-	Torrente Bregine	-	Scavo a cielo aperto ST-048
33,939		S.C. San Quirico	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
34,176		S.C. Casa Lugo	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
34,460			Borro di S. Quirico (F. del Romitorio)	-	Scavo a cielo aperto ST-048
35,599		S.P. 1 Sette Ponti	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
36,647		S.P. 1 Sette Ponti	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
36,901		S.P. 1 Sette Ponti	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
37,049		Loro Ciuffenna	-	Rio Orenaccio	-

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 33 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progr. (km)	Comune	Infrastrutture di trasporto	Corsi d'Acqua	Tipologia attraversamento	Modalità operativa
37,262	Loro Ciuffenna	-	Borro Politi	-	Scavo a cielo aperto ST-048
37,921		-	Borro delle Valli	-	Scavo a cielo aperto ST-048
38,990		-	Borro Giambono	-	Scavo a cielo aperto ST-048
39,116		S.P. n.3 di Vitereta	-	Con tubo di protezione ST-042	Spingitubo
39,725		-	Torrente Agna	-	Scavo a cielo aperto DIS-AT-006
41,361	Terranuova Bracciolini	Strada Comunale di Campogialli	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
43,089		Strada Comunale della Traiana	-	Con tubo di protezione ST-044	Spingitubo
43,204		-	Borro di Faggetta della Balza	-	Scavo a cielo aperto ST-048
45,378		-	Borro del Doccio	-	Scavo a cielo aperto ST-048

4.1.11 Opere in sottterraneo

Per superare particolari elementi morfologici (piccole dorsali, contrafforti e speroni rocciosi, porzioni sommitali di rilievi isolati, ecc.) e/o in corrispondenza di particolari situazioni di origine antropica (ad es. infrastrutture viarie) o di corsi d'acqua arginati, è possibile l'adozione di soluzioni in sottterraneo (denominate convenzionalmente nel testo trenchless) con l'utilizzo di metodologie di scavo diversificate (vedi Tab. 4.1/H):

- microtunnel a sezione monocentrica con diametro interno compreso tra 1,600 e 2,400 m, realizzati con l'ausilio di una fresa rotante a sezione piena il cui sistema di guida è, in generale, posto all'esterno del tunnel; la stabilizzazione delle pareti del foro è assicurata dalla messa in opera di conci in c.a. contestualmente all'avanzamento dello scavo;
- trivellazioni orizzontali controllate (TOC), realizzate con l'ausilio di una trivella di perforazione montata su una rampa inclinata mobile.

Nel caso dei microtunnel, l'installazione della condotta all'interno del cavo prevede che la posa della stessa avvenga direttamente sulla generatrice inferiore del tunnel mediante la messa in opera, attorno alla tubazione, di appositi collari distanziatori realizzati in polietilene ad alta densità (PEAD) o, per i tratti di maggiore lunghezza (≥ 200 m), di malte poliuretatiche che hanno la duplice funzione di isolare elettricamente il tubo ed impedire che, durante le operazioni di infillaggio, avvengano danneggiamenti al rivestimento della condotta. A causa dei limitati spazi residui interni tra la condotta e il tunnel, il montaggio della stessa verrà, infatti, predisposto completamente all'esterno; in particolare, in corrispondenza di aree

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 34 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

opportunamente attrezzate, verranno saldate le barre di tubazione (in genere, due o tre per volta), quindi si provvederà progressivamente ad inserirle nel tunnel mediante opportuni dispositivi di traino e/o spinta e l'esecuzione delle saldature di collegamento tra i vari tronconi. Al termine delle operazioni di infilaggio della condotta, si provvederà ad intasare con idonee miscele bentonitiche l'intercapedine tra la tubazione ed il rivestimento interno del microtunnel ed a ripristinare gli imbocchi e le aree di lavoro nelle condizioni esistenti prima dei lavori. La quasi totalità del materiale di risulta dello scavo sarà riutilizzato per eseguire l'intasamento dei microtunnel, l'eventuale parte in eccedenza sarà riutilizzato come materiale da impiegare nella formazione del letto di posa della condotta.

Nel caso delle trivellazioni orizzontali controllate (TOC), la condotta è messa in opera attraverso l'esecuzione di un foro di piccolo diametro (foro pilota) utilizzando una batteria di aste di perforazione contenuta in un tubo guida, spinta nel terreno senza rotazione per mezzo di una lancia a getti di fango bentonitico. Sull'opposto lato del foro pilota si prepara la "colonna di varo", saldando le singole barre a formare il segmento di tubazione che dovrà essere posato. Quindi la colonna viene posta su appositi sostegni atti a farle assumere una configurazione a catenaria compatibile con le caratteristiche di elasticità della condotta. Dopo il completamento del foro pilota, si procede all'estrazione delle aste di perforazione lasciando il tubo guida nel foro di alesaggio costituito, in genere, da una fresa, da un alesatore e da uno snodo reggispinta girevole seguito dalla colonna di varo e, quindi, si procede al tiro disponendo, lungo la colonna di varo, un sufficiente numero di mezzi di sollevamento che aiuteranno la condotta ad assumere la geometria elastica di varo prevista in progetto.

Nel caso del progetto in esame, si prevede sia la realizzazione di trivellazioni orizzontali controllate che di microtunnel, come riportato nella Tab. 4.1/H.

Tab. 4.1/H: Microtunnel e trivellazioni orizzontali controllate (TOC)

Progr. (km) (*)	Comune	Denominazione	Tipologia	Lung.za (m)	Accesso agli imbocchi
Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto					
0,685	Sansepolcro	Fiume Tevere	MICROTUNNEL DIS-AT-001	705	Adeguamento Strada esistente e Piste Provvisorie
4,865	Anghiari	La Fornace	MICROTUNNEL DIS-AT-002	960	Adeguamento Strada esistente e Piste Provvisorie
6,571		Tavernelle	MICROTUNNEL DIS-AT-003	453	Adeguamento Strada esistente e Piste Provvisorie
7,325		Bargellino	MICROTUNNEL DIS-AT-004	480	Adeguamento Strada esistente e Piste Provvisorie
12,013		La Ginepraia	MICROTUNNEL DIS-AT-005	153	Adeguamento strada esistente e Pista provvisoria
27,178	Arezzo/Capolona	Fiume Arno	MICROTUNNEL DIS-AT-007	534	Area di passaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 35 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progr. (km) (*)	Comune	Denominazione	Tipologia	Lung.za (m)	Accesso agli imbocchi
40,631	Terranuova Bracciolini	San Giustino	TOC DIS-AT-008	347	Piste provvisorie

4.1.12 Realizzazione degli impianti

La realizzazione dei punti e degli impianti di linea (vedi par. 3.2) consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.). Le valvole sono quindi messe in opera completamente interrate, ad esclusione dello stelo di manovra (apertura e chiusura della valvola).

Al termine dei lavori si procede al collaudo ed al collegamento dei sistemi alla linea.

4.1.13 Collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta

A condotta completamente posata e collegata si procede al collaudo idraulico che è eseguito riempiendo la tubazione di acqua e pressurizzandola ad almeno 1,3 volte la pressione massima di esercizio, per una durata di 48 ore.

Le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico sono eseguite utilizzando idonei dispositivi, comunemente denominati "pig", che vengono impiegati anche per operazioni di pulizia e messa in esercizio della condotta.

Queste attività sono svolte suddividendo la linea per tronchi di collaudo. Ad esito positivo dei collaudi idraulici e dopo aver svuotato l'acqua di riempimento, i vari tratti collaudati vengono collegati tra loro mediante saldatura controllata con sistemi non distruttivi.

Al termine delle operazioni di collaudo idraulico e dopo aver proceduto al rinterro della condotta, si esegue un ulteriore controllo dell'integrità del rivestimento della stessa. Tale controllo è eseguito utilizzando opportuni sistemi di misura del flusso di corrente dalla superficie topografica del suolo.

4.1.14 Esecuzione dei ripristini

La fase consiste in tutte le operazioni necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori.

Al termine delle fasi di montaggio, collaudo e collegamento si procede a realizzare gli interventi di ripristino.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 36 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- *Ripristini geomorfologici*

Si tratta di opere ed interventi mirati alla sistemazione dei tratti di maggiore acclività, alla sistemazione e protezione delle sponde dei corsi d'acqua attraversati, al ripristino di strade e servizi incontrati dal tracciato ecc

- *Ripristini vegetazionali*

Tendono alla ricostituzione, nel più breve tempo possibile, del manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 37 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.2 Dismissione della condotta esistente

La dismissione del metanodotto "Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24")", inteso come struttura di trasporto del gas naturale alle linee di allacciamento delle diverse utenze del territorio provinciale di Arezzo dallo stesso derivate, si esplica attraverso la messa fuori di esercizio di gran parte della condotta ed il mantenimento in esercizio di alcuni segmenti della stessa condotta, ove la tubazione è stata recentemente sostituita.

Il progetto, in corrispondenza dei tratti messi fuori esercizio, prevede una generalizzata effettiva rimozione della tubazione esistente.

Inoltre, in corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture di trasporto non interrompibili quali linee ferroviarie, autostrade, strade statali e provinciali a traffico intenso e di adiacenti canali, in considerazione che la tubazione è generalmente messa in opera con tubo di protezione, si provvederà a rimuovere la condotta in dismissione lasciando solo il tubo di protezione opportunamente inertizzato.

L'elenco di tali attraversamenti di infrastrutture, congiuntamente a quelli di tutti i corsi d'acqua, è fornito nella successiva tabella 4.2/B.

La rimozione dell'esistente tubazione DN 600 (24"), analogamente alla messa in opera di una nuova condotta, prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Dopo l'interruzione del flusso del gas ottenuto attraverso la chiusura delle successive valvole d'intercettazione (PIL e PID) a monte ed a valle dei tratti in dismissione e la depressurizzazione degli stessi, le operazioni di rimozione della condotta si articolano in una serie di attività simili a quelle necessarie alla messa in opera di una nuova tubazione e prevedono:

- realizzazione di infrastrutture provvisorie
- apertura dell'area di passaggio;
- scavo della trincea;
- sezionamento della condotta nella trincea;
- rimozione della stessa condotta;
- smantellamento degli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua;
- smantellamento degli impianti;
- rinterro della trincea;
- esecuzione ripristini.

Al fine di garantire l'approvvigionamento di gas alle utenze servite, i lavori di rimozione delle tubazioni esistenti (metanodotto DN 600 e degli allacciamenti e derivazioni connessi alla dismissione dello stesso) saranno effettuati per tratti funzionali successivamente alla messa in opera delle nuove condotta DN 750 (30") e delle linee secondarie ad esse connesse.

In corrispondenza dei tratti dove la nuova condotta è posta in stretto parallelismo ($\Delta \leq 10$ m) alla tubazione in dismissione, dette attività verranno, in gran parte, ad insistere sulle aree di cantiere utilizzate per la messa in opera della stessa e, solo nei segmenti in cui si registra una

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 38 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

divergenza significativa tra le due tubazioni, comporteranno l'occupazione temporanea di ulteriori aree.

4.2.1 Realizzazione di infrastrutture provvisorie

Per la dismissione, il progetto prevede l'utilizzo di tutte le piazzole realizzate per la posa della nuova condotta (vedi Tab.: 4.2/A).

Tab. 4.2/A: Ubicazione delle infrastrutture provvisorie

Progr. (km) *	Comune	Località	num. ordine	Sup. (m ²)
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione				
0,174	Sansepolcro	Area impiantistica di Sansepolcro	P01	2540
3,961	Anghiari	Il Riolo	P02	5310
20,192	Arezzo	Il Giardinello	P03	5010
30,652		Casa Curzio	P04	7180
45,621	Terranuova Bracciolini	Area impiantistica di Terranuova B.	P05	9750

* Progressive chilometriche riferite alla condotta in progetto

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 39 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.2.2 Apertura dell'area di passaggio

Le operazioni di scavo della trincea e di rimozione della tubazione richiederanno, in corrispondenza dei tratti di scostamento tra la stessa ed il tracciato della nuova condotta, l'apertura di un'area di passaggio analoga a quella prevista per la messa in opera di quest'ultima.

Ove la tubazione esistente è posta in stretto parallelismo alla nuova condotta (linea principale e allacciamenti), le attività di rimozione della tubazione saranno effettuate nell'ambito delle fasce di lavoro previste per la messa in opera della stessa nuova condotta.

Nei tratti di divergenza significativa tra le due tubazioni sarà necessario realizzare l'area di passaggio anche lungo la condotta in rimozione. La larghezza di tale fascia sarà funzione della condotta da dismettere (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-013 e Tab. 4.2/B).

Tab. 4.2/B: Area di passaggio per le condotte in dismissione

DN	Area di passaggio normale		
	A (m)	B (m)	L (m)
600 (24")	6	8	14
200 (8")- 150 (6") – 100 (4") – 80 (3")	4	6	10

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture (strade, metanodotti in esercizio, ecc.), di corsi d'acqua e di aree particolari (impianti di linea), l'ampiezza della fascia di lavoro sarà superiore ai valori sopra riportati in tabella 4.2/B per evidenti esigenze di carattere esecutivo ed operativo, legate al maggiore volume di terreno da movimentare.

L'ubicazione dei tratti in cui si renderà necessario l'ampliamento della fascia di lavoro è riportata nell'allegato grafico in scala 1:10.000 (vedi All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001), mentre la stima delle relative superfici interessate è riportata nella tabella seguente (vedi Tab. 4.2/C).

Tab. 4.2/C: Ubicazione dei tratti di allargamento dell'area di passaggio

Da (km)	A (km)	Comune	Località	Motivazione	Superf. (m ²)
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione					
1,987	1,997	Anghiari	Santa Croce	Smantellamento PIGS n.4500170/26.1	50
4,716	4,736		Pietto	Smantellamento PIDI PIDI 4500170/26	80
14,154	14,165		Le Lame	Smantellamento PIL 4500170/24	50

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 40 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Da (km)	A (km)	Comune	Località	Motivazione	Superf. (m ²)
24,717	24,746	Arezzo	Villa Pescinale	Smantellamento PIL PIL 4500170/22 e attraversamento Ferrovia Casentinese	145
24,910	24,931		C. Rossa	Smantellamento PIDI 4500170/20	95
31,297	31,314		Casa Curzio	Smantellamento PIL 4500170/18	84

L'accessibilità all'area di passaggio prevista per la rimozione delle tubazioni esistenti è, analogamente a quanto illustrato per la messa in opera della condotta DN 750 (30"), normalmente assicurata dalla viabilità ordinaria, dalla rete secondaria costituita da strade comunali, vicinali e forestali (vedi Tab. 4.2/D e All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001 - strade evidenziate in colore verde).

L'accesso dei mezzi al tracciato richiederà la realizzazione di opere di adeguamento di tali infrastrutture; consistenti principalmente nella ripulitura ed adeguamento del sedime carrabile e nella sistemazione delle canalette di regimazione delle acque meteoriche.

Tab. 4.2/D: Ubicazione dei tratti di adeguamento della viabilità esistente

Progressiva (km)	Comune	Località	Lung.za (m)	Motivazione
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione				
6,902	Anghiari	S.P. 43 della Libbia	40	Accesso area di passaggio
7,759		La Cella	298	Accesso area di passaggio
15,958		C. Salvi	369	Accesso area di passaggio
18,809	Subbiano	Chiaveretto	50	Accesso area di passaggio
19,824		La Maestà	14	Accesso area di passaggio
21,033	Arezzo	Casacciola	45	Accesso area di passaggio
24,942		C. Rossa	49	Accesso area di passaggio
27,946	Capolona	Castelluccio	254	Accesso area di passaggio
32,490	Arezzo	C. Vialla di Sotto	278	Accesso area di passaggio
33,999	Castiglion Fibocchi	Casina dei Cardi	205	Accesso area di passaggio
34,292		Casina dei Cardi	17	Accesso area di passaggio
34,679		C. Santa Maria	83	Accesso area di passaggio
36,867		Il Poggio	161	Accesso area di passaggio
37,914	Loro Ciuffenna	C. Chiocci	67	Accesso area di passaggio
38,457		P. Piandinova	327	Accesso area di passaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 41 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progressiva (km)	Comune	Località	Lung.za (m)	Motivazione
38,907	Loro Ciuffenna	Santa Teresa	209	Accesso area di passaggio
41,201	Terranuova Bracciolini	S.C. di Campogialli	59	Accesso area di passaggio
44,903		I Pianacci	65	Accesso area di passaggio

Per permettere l'accesso all'area di passaggio o la continuità lungo la stessa, in corrispondenza di alcuni tratti particolari si prevede, analogamente alle attività di posa della condotta principale, l'apertura di piste temporanee di passaggio di ridotte dimensioni (vedi Tab. 4.2/E ed All. 7 Dis. PG-TP-101 "Tracciato di progetto" allegato alla Relazione RE-SIA-001 - strade evidenziate in colore viola).

Tab. 4.2/E: Ubicazione delle piste temporanee di passaggio

Progressiva (km)	Comune	Località	Lung.za (m)	Motivazione
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione				
0,524	Sansepolcro	Fiume Tevere	273	Accesso area di passaggio
4,735	Anghiari	Pietto	100	Accesso area di passaggio
6,937		S.P. 43 della Libbia	26	Accesso area di passaggio
8,210		Tavernelle	266	Accesso area di passaggio
8,270		Mattoncino	247	Accesso area di passaggio
21,540		Arezzo	S.R. 71 Umbro-Romagnola	11
24,659	Castelluccio		7	Accesso area di passaggio
27,765	Capolona	Spicchio	10	Accesso area di passaggio
28,195		Fontaccia	17	Accesso area di passaggio
33,396	Castiglion Fibocchi	Ca' Maggiori	93	Accesso area di passaggio
34,430		Ca' Maggiori	88	Accesso area di passaggio
37,172		SP1 Sette Ponti	58	Accesso area di passaggio
41,277	Terranuova Bracciolini	S.C. di Campogialli	19	Accesso area di passaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 42 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.2.3 Scavo della trincea

Lo scavo destinato a portare a giorno la tubazione esistente da rimuovere sarà aperto con l'utilizzo di escavatori.

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della trincea. Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di passaggio.

Durante lo scavo si provvederà a rimuovere il nastro di avvertimento.

4.2.4 Sezionamento della tubazione

Al fine di rimuovere la tubazione dalla trincea si procederà a tagliare la stessa in spezzoni di lunghezza adeguata con l'impiego di idonei dispositivi.

È previsto l'utilizzo di escavatori per il sollevamento della colonna.

4.2.5 Rimozione della tubazione

Gli spezzoni di tubazione sezionati nella trincea saranno sollevati e momentaneamente posati lungo l'area di passaggio al fianco della trincea per consentire il taglio in misura idonea al trasporto.

4.2.6 Rinterro della trincea

La trincea sarà ricoperta utilizzando totalmente il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dell'apertura dello scavo.

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà, altresì, a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato durante la fase di apertura dell'area di passaggio.

4.2.7 Smantellamento degli attraversamenti di infrastrutture e corsi d'acqua

Lo smantellamento delle condotte esistenti in rimozione negli attraversamenti di corsi d'acqua ed infrastrutture è anch'esso realizzato con piccoli cantieri, che operano contestualmente allo smantellamento della linea.

Le metodologie operative si differenziano in base alla metodologia adottata in fase di realizzazione dell'attraversamento; in sintesi, le operazioni di smantellamento si differenziano per:

- attraversamenti privi di tubo di protezione;
- attraversamenti con tubo di protezione;
- attraversamenti aerei.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 43 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Attraversamenti privi di tubo di protezione

Lo smantellamento è realizzato, per mezzo di scavo a cielo aperto, in corrispondenza di corsi d'acqua non arginati e, ove la condotta è stata posata per mezzo di scavo della trincea a cielo aperto, generalmente di strade vicinali e campestri. Per le strade comunali prive di tubo di protezione si effettua il taglio della condotta in prossimità dell'attraversamento e l'inertizzazione del segmento stesso che sarà lasciato in sito.

Attraversamenti con tubo di protezione

Lo smantellamento degli attraversamenti di ferrovie, strade statali, strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) e, in alcuni casi, di collettori in cls realizzati con tubo di protezione, prevedono lo sfilaggio della condotta e la successiva inertizzazione del tubo di protezione che sarà lasciato in sito.

L'inertizzazione dei segmenti di tubazione, rappresentati esclusivamente dal tubo di protezione è realizzato con piccoli cantieri, che operano contestualmente allo smantellamento della linea.

Detti segmenti di tubazione saranno inertizzati, in funzione della lunghezza, con l'impiego di opportuni conglomerati cementizi a bassa resistenza meccanica o con miscele bentoniche, eseguendo le seguenti operazioni:

- installazione di uno sfiato in corrispondenza della generatrice superiore della tubazione ad una delle estremità del segmento da inertizzare, per consentire la fuoriuscita dell'aria ed il completo riempimento del cavo;
- saldatura, in corrispondenza di detta estremità di un fondello costituito da un piatto di acciaio di diametro pari al diametro esterno della stessa tubazione;
- saldatura dalla parte opposta di un fondello munito di apposite bocche di iniezione della miscela cementizia;
- confezionamento della miscela cementizia e pompaggio controllato in pressione con l'ausilio di idonee attrezzature sino a completo intasamento del segmento di tubazione in oggetto;
- taglio dello sfiato e delle bocche di iniezione e sigillatura delle aperture per mezzo di saldatura di appositi tappi di acciaio.

Attraversamenti aerei

In caso di attraversamenti aerei di corsi d'acqua, le operazioni di smantellamento comportano:

- il taglio della condotta alla base e alla sommità delle calate (tratti inclinati di discesa dal "ponte");
- la rimozione dei due tratti di condotta aerea, mediante sfilamento e taglio in tronchi di adeguata lunghezza;
- la rimozione di tutte le funi, i cavi, i supporti a rullo, le piattaforme di lavoro, ecc.;
- la demolizione delle pile in c.a.;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 44 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- la rimozione della condotta nei tratti interrati e lo smantellamento del cunicolo in c.a. posto alla base delle calate;
- il trasporto a discariche autorizzate di tutti i materiali di risulta dalla demolizione.

In tutti i casi, le operazioni di dismissione delle condotte esistenti prevedono il deposito momentaneo nell'ambito delle superfici di cantiere previste, della tubazione smantellata e sezionata in barre di idonea lunghezza per il trasporto.

Le modalità di smantellamento degli attraversamenti delle principali infrastrutture e dei canali ad esse adiacenti sono riportate nella tabella seguente (vedi Tab. 4.2/F).

Tab. 4.2/F: Modalità di rimozione delle condotte esistenti in corrispondenza delle principali infrastrutture e corsi d'acqua

Progressiva (km)	Comune	Infrastrutture di trasporto	Corsi d'Acqua	Modalità operativa
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24"), in dismissione				
0,934	Sansepolcro		Fiume Tevere	Taglio ed inertizzazione della condotta
1,440		S.C. Falcigiano-Santa Flora	-	Taglio ed inertizzazione della condotta
4,021	Anghiari	S.C. per Vaio	-	Taglio ed inertizzazione della condotta
4,915		S.P. 47 di Caprese Michelangelo	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
5,644		S.P. 45 di Ponte alla Piera	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
6,923		S.P. 43 della Libbia	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
7,500		-	Torrente Sovara	Taglio ed inertizzazione della condotta
7,971		-	Torrente Sovara	Taglio ed inertizzazione della condotta
8,255		-	Torrente Sovara	Taglio ed inertizzazione della condotta
10,128		-	Torrente Libbia	Scavo a cielo aperto
18,779	Anghiari / Subbiano	-	Torrente La Chiassa	Scavo a cielo aperto
20,424	Subbiano	S.P. 43 della Libbia	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
21,618	Arezzo	-	Fosso di Montegiovi	Scavo a cielo aperto

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 45 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progressiva (km)	Comune	Infrastrutture di trasporto	Corsi d'Acqua	Modalità operativa
23,353	Arezzo	S.P. 43 della Libbia	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
24,374		-	Torrente La Chiassa	Taglio ed inertizzazione della condotta
24,703		S.R. n.71 Umbro-Casentinese-Romagnola	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
24,780		Ferrovia Casentinese	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
27,752	Capolona	Strada Comunale	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
28,044		-	Fosso della Monaca	Scavo a cielo aperto
28,177		S.P. n.56 dello Spicchio	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
28,532		-	Torrente Faltognano	Scavo a cielo aperto
30,459		S.C dei Cincelli	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
30,981	Arezzo	-	Fosso dell'Ontaneta	Scavo a cielo aperto
31,293		S.C. di Meliciano	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
32,768	Castiglion Fibocchi	-	Fosso della Vialla	Scavo a cielo aperto
33,423		S.C. di Meliciano	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
34,253		-	Torrente Bregine	Scavo a cielo aperto
34,282		S.C. San Quirico	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
34,442		S.C. Casa Lugo	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
34,779		-	Borro di S.Quirico (F.del Romitorio)	Scavo a cielo aperto
37,078		S.P. n.1 Sette Ponti	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
37,269	Loro Ciuffenna	-	Rio Orenaccio	Scavo a cielo aperto
37,488		-	Borro Politi	Scavo a cielo aperto
38,142		-	Borro delle Valli	Scavo a cielo aperto
39,253		-	Borro Gianbono	Scavo a cielo aperto

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 46 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progressiva (km)	Comune	Infrastrutture di trasporto	Corsi d'Acqua	Modalità operativa
39,369	Loro Ciuffenna	S.P. n.3 di Vitereta	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
39,843		-	Torrente Agna	Scavo a cielo aperto
41,272	Terranuova Bracciolini	S.C. Campogialli	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
41,721		-	Borro dei Comungni	Scavo a cielo aperto
42,925		S.C. della Traiana	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione
43,507		-	Borro di Faggeta della Balza	Scavo a cielo aperto
43,515		-	Borro del Poggiolino	Scavo a cielo aperto
43,926		-	Borro del Casino	Scavo a cielo aperto
45,203		-	Borro del Doccio	Scavo a cielo aperto
Met. All. Comune di Arezzo 2a presa DN100 (4") in dismissione				
0,101	Arezzo	S.R. n.71 Umbro-Casentinese-Romagnola	-	Sfilaggio condotta e inertizzazione del tubo di protezione

4.2.8 Smantellamento degli impianti

Lo smantellamento degli impianti di linea consiste nello smontaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (apparecchiature di controllo, ecc.) nonché nello smantellamento dei basamenti delle valvole in c.a. (vedi Tab. 4.2/G).

Tab. 4.2/G: Ubicazione degli impianti e dei punti di linea da smantellare

Progr. (km)	Comune	Località	Impianto	Superf. (m ²)
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione				
1,987	Sansepolcro	Santa Croce	PIGS 4500170/PSP 26.1	5
4,727	Anghiari	Pietto	PIDI 4500170/26	28
14,174		Le Lame	PIL 4500170/24	20
15,856		Il Pago	PIL 4500170/22.1	24
24,733	Arezzo	Villa Pescinale	PIL 4500170/22	22
24,921		C.Rossa	PIDI 4500170/20	22
27,222	Capolona	C.Sant'Agnese	PIDS 4101815/1	7
31,306	Arezzo	Casa Curzio	PIL 4500170/18	15

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 47 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progr. (km)	Comune	Località	Impianto	Superf. (m ²)
33,747	Castiglion Fibocchi	Casina dei Cardi	PIDA 4104749/1	20
40,103	Loro Ciuffenna	Monticello	PIDA 41600160/1	12
41,203		Buccia	PIL 4500170/16	12
43,170	Terranuova Bracciolini	Il Casale	PIGS 4500170/PSP 14.2	7

4.2.9 Esecuzione dei ripristini

Questa fase, analogamente a quanto già indicato per la messa in opera di una nuova condotta, consiste in tutte le operazioni necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori.

Nei tratti in cui le tubazioni in dismissione saranno sostituite dalle nuove condotte, i lavori di ripristino, riguardando l'area di passaggio utilizzata sia per la messa in opera di queste condotte che per la rimozione delle prime, si svolgeranno al termine di quest'ultima attività.

Al termine delle fasi di rimozione della condotta, si procede, pertanto, a realizzare gli interventi di ripristino, che nel caso in oggetto consistono in:

- *Ripristini geomorfologici*

Si tratta di opere del tutto analoghe alle opere complementari previste per la messa in opera di una nuova condotta, volti alla sistemazione e protezione delle sponde dei corsi d'acqua attraversati dalle condotte in dismissione;

- *Ripristini vegetazionali*

Tendono alla ricostituzione, nel più breve tempo possibile, del manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale (vegetazione ripariale). Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 48 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

4.3 Potenzialità e movimentazione di cantiere

Per la messa in opera delle nuove condotte e la rimozione delle tubazioni esistenti è previsto l'utilizzo di tradizionali mezzi di lavoro, quali ad esempio:

- Automezzi per il trasporto dei materiali e dei rifornimenti da 90 - 190 kW e 7 - 15 t;
- Bulldozer da 150 kW e 20 t;
- Pale meccaniche da 110 kW e 18 t;
- Escavatori da 110 kW e 24 t;
- Trattori posatubi da 290 kW e 55 t;
- Curvatubi per la sagomatura delle curve in cantiere e trattori per il trasporto nella fascia di lavoro dei tubi.

Le fasi di lavoro sequenziali, precedentemente descritte, saranno svolte in modo da contenere il più possibile sia le presenze antropiche nell'ambiente, sia i disagi alle attività agricole e produttive.

Per l'esecuzione delle opere in progetto non occorrono, infine, infrastrutture di cantiere da impiantare lungo il tracciato.

4.4 Stima materiali da scavo

La gestione delle terre e rocce da scavo (di seguito TRS) che saranno prodotte nell'ambito delle opere in progetto rientra nel campo di applicazione del DPR n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n.164".

In merito alla determinazione della stima dei volumi da movimentare, le TRS saranno prodotte dalla realizzazione delle seguenti attività:

- Attività di costruzione:
 - Aree di passaggio (limitata alla zona della pista di scavo e transito);
 - Allargamenti provvisori (postazioni trenchless, attraversamenti ed impianti di linea);
 - Strade provvisorie ed adeguamenti stradali (accesso alle aree di passaggio per la linea principale e per gli allacciamenti);
 - Infrastrutture provvisorie (piazzole di stoccaggio materiali);
 - Scavo della trincea (DN100, DN200, DN750 e cavo telecomando);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 49 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- Opere trenchless (spingitubo, TOC e microtunnel);
 - Impianti di linea (stazioni L/R, PIDI, PIL e PIDS).
- Attività di dismissione:
- Aree di passaggio (limitata alla zona della pista di scavo e transito);
 - Allargamenti provvisori;
 - Strade provvisorie ed adeguamenti stradali (accesso alle aree di passaggio per la linea principale e le linee secondarie);
 - Infrastrutture provvisorie (piazzole di stoccaggio materiali);
 - Scavo della trincea (DN80, DN100, DN150, DN200, DN600);
 - Impianti di linea (PIGS, PIDI, PIL, PIDA e PIDS).

Le TRS, dopo averne accertato il possesso dei requisiti ambientali previsti, potranno essere riutilizzate nello stesso sito di produzione per attività di rinterro e ripristino. In tal caso la gestione rientrerà nel campo di applicazione dell'articolo 24 del DPR 120/2017 (*Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina sui rifiuti*).

Inoltre, come definito dall'articolo 4 del DPR 120/2017, le TRS qualificate come sottoprodotti potranno essere utilizzate fuori dal sito di produzione *“per la realizzazione di rinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali”* o *“in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava”*.

In particolare, in merito alle attività di costruzione, si precisa che i detriti di perforazione derivanti dallo scavo dei microtunnel, dopo essere stati separati dai fanghi a base bentonitica, potranno essere riutilizzati per attività di ripristino in ambito ambientale (es. riempimento di cave dismesse o altre applicazioni in ingegneria naturalistica) se idonei ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente.

Infine, in relazione ai materiali che verranno prodotti dalla realizzazione di opere trenchless, potranno essere distinte le seguenti tre fattispecie:

- TRS da utilizzare nell'ambito del Progetto per attività di ripristino morfologico, opere di mitigazione e/o riempimento degli scavi, interventi di rinverdimento;
- TRS da utilizzare come sottoprodotti fuori dall'ambito del Progetto per attività, ad esempio, di ripristino e rimodellamento di ex cave dismesse.
- TRS da scavo non qualificabili come sottoprodotti, da inviare ad impianto esterno di recupero/smaltimento autorizzato per il CER 170504.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 50 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Nella Tabella 4.4 si riporta la stima dei volumi¹ delle TRS che saranno movimentate per la costruzione e la dismissione delle opere oggetto del presente progetto.

Si prevede di movimentare complessivamente circa 852.045 mc (in banco) di TRS, di cui il circa il 98% – se idoneo ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente - sarà riutilizzato direttamente nel sito di produzione per le attività di rinterro e di ripristino, senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale così come definita all'Allegato 3 del D.P.R. n.120/2017. Si assume che tutte le TRS siano conformi ai requisiti ambientali per il riutilizzo in sito (da verificare a valle delle indagini proposte nel PdU RE-PDU-001)

Il rimanente 2% del volume, pari a circa 16.195 mc, verrà prodotto dallo scavo mediante tecnologia trenchless (microtunnel, TOC e spingitubo).

In particolare, dei 16.195 mc di smarino, circa 14.853 mc verranno prodotti dalla realizzazione degli scavi con microtunnel e potranno essere riutilizzati come sottoprodotto (nell'ambito del Progetto e/o al di fuori dello stesso). I rimanenti 1.342 mc di smarino saranno relativi alla realizzazione degli scavi mediante TOC e spingitubo; per tali volumi verrà verificata la possibilità di un riutilizzo come sottoprodotto al di fuori dell'ambito del Progetto e, in ultima analisi, potranno essere destinati ad impianti di recupero/smaltimento.

In particolare, nelle Tabelle 4.5 e 4.6 si riporta il dettaglio della stima dei volumi.

Tabella 4.4. Stima preliminare dei volumi delle TRS

		Costruzione	Dismissione	Totale	
TRS da movimentare	mc in banco	562.645	289.400	852.045	
TRS da riutilizzare in ambito del progetto allo stato naturale	mc in banco	546.450	289.400	835.850	98%
TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (TOC, spingitubo e microtunnel), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	mc in banco	16.195	0	16.195	2%

¹ Viene stimato il volume in banco pertanto, in fase di costruzione, in relazione alle caratteristiche fisiche e litologiche del materiale, si dovrà tener conto dell'aumento volumetrico.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 51 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tabella 4.5. Stima preliminare dei volumi delle TRS da movimentare ed ipotesi di destino – costruzione

OPERAZIONE/FASE DI LAVORO	TECNICA DI SCAVO	Met. Rif. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30") km 45.621				Allac. Met. Rif. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini			
		Volumi (mc in banco)							
		TRS da movimentare	TRS da riutilizzare in ambito del progetto	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (Microtunnel), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (TOC e Spingitubo), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	TRS da movimentare	TRS da riutilizzare in ambito del progetto	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (Microtunnel), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (TOC e Spingitubo), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito
		mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco
AREA DI PASSAGGIO	scotico terreno naturale superficiale/humifico e livellamento	230.700	230.700	0	0	4.900	4.900	0	0
ALLARGAMENTI PROVVISORI	scotico terreno superficiale/humifico e livellamento	28.600	28.600	0	0	200	200	0	0
INFRASTRUTTURE PROVVISORIE	scotico terreno superficiale/humifico e livellamento	8.900	8.900	0	0	0	0	0	0
SCAVO TRINCEA	scavo a cielo aperto del terreno naturale	254.200	254.200	0	0	4.200	4.200	0	0
- T.O.C.	trivellazione del terreno naturale	283	0	0	283	0	0	0	0
- Trivellazioni spingitubo	trivellazione del terreno naturale	1.058	0	0	1.059	0	0	0	0
- Microtunnel	trivellazione del terreno naturale	14.853	0	14.853	0	0	0	0	0
	scavo a cielo aperto del terreno naturale per l'all. postaz. di ingresso ed uscita	7.980	7.980	0	0	0	0	0	0
IMPIANTI DI LINEA	scotico terreno superficiale/humifico e livellamento	500	500	0	0	20	20	0	0
	scavo a cielo aperto del terreno naturale per posa impianti meccanici ed opere civili	6.200	6.200	0	0	50	50	0	0
		553.275	537.080	14.853	1.342	9.370	9.370	0	0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 52 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tabella 4.6. Stima preliminare dei volumi delle TRS da movimentare ed ipotesi di destino – dismissione

OPERAZIONE/FASE DI LAVORO	TECNICA DI SCAVO	Met. Montelupo - Sansepolcro DN 600 (24") km 45.409				Allac. Met. Montelupo - Sansepolcro			
		Volumi (mc in banco)				Volumi (mc in banco)			
		TRS da movimentare	TRS da riutilizzare in ambito del progetto	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (Microtunnel), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (TOC e Spingitubo), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	TRS da movimentare	TRS da riutilizzare in ambito del progetto	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (Microtunnel), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito	TRS provenienti da scavo mediante tecnologia Trenchless (TOC e Spingitubo), potenzialmente da riutilizzare come sottoprodotto all'interno o all'esterno del sito
		mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco	mc in banco
AREA DI PASSAGGIO	scotico terreno naturale superficiale/humifico e livellamento	83.900	83.900	0	0	2.800	2.800	0	0
ALLARGAMENTI PROVVISORI	scotico terreno superficiale/humifico e livellamento	4.100	4.100	0	0	0	0	0	0
INFRASTRUTTURE PROVVISORIE	scotico terreno superficiale/humifico e livellamento	0	0	0	0	0	0	0	0
SCAVO TRINCEA	scavo a cielo aperto del terreno naturale	195.400	195.400	0	0	2.600	2.600	0	0
IMPIANTI DI LINEA	scavo a cielo aperto	600	600	0	0	0	0	0	0
		284.000	284.000	0	0	5.400	5.400	0	0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 53 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

5 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE, MITIGAZIONE E RIPRISTINO

Il contenimento dell'impatto ambientale provocato dalla realizzazione del progetto, viene affrontato con un approccio differenziato, in relazione alle caratteristiche del territorio interessato.

Tale approccio prevede sia l'adozione di determinate scelte progettuali, in grado di ridurre "a monte" l'impatto sull'ambiente, sia la realizzazione di opere di ripristino di varia tipologia.

5.1 Interventi di ottimizzazione e mitigazione

Per quanto concerne la messa in opera della nuova condotta, il tracciato di progetto rappresenta il risultato di un processo complessivo di ottimizzazione, cui hanno contribuito anche le indicazioni degli specialisti coinvolti nelle analisi delle varie componenti ambientali interessate dal gasdotto.

Nella progettazione di una linea di trasporto del gas e nella costruzione sono, di norma, adottate alcune scelte di base che di fatto permettono una minimizzazione delle interferenze dell'opera con l'ambiente naturale. Nel caso in esame, tali scelte possono così essere schematizzate:

- 1) ubicazione del tracciato lontano, per quanto possibile, dalle aree di pregio naturalistico;
- 2) interrimento dell'intero tratto della condotta;
- 3) taglio ordinato e strettamente indispensabile della vegetazione ed accantonamento dello strato humico superficiale del terreno;
- 4) accantonamento del materiale di risulta separatamente dal terreno fertile di cui sopra e sua redistribuzione lungo l'area di passaggio;
- 5) utilizzo dell'area di passaggio o di aree industriali per lo stoccaggio dei tubi;
- 6) utilizzo, per quanto possibile, della viabilità esistente per l'accesso alla fascia di lavoro;
- 7) adozione delle tecniche dell'ingegneria naturalistica nella realizzazione delle opere di ripristino;
- 8) programmazione dei lavori, per quanto reso possibile dalle esigenze di cantiere, nei periodi più idonei dal punto di vista della minimizzazione degli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera sull'ambiente naturale.

Alcune soluzioni sopraccitate riducono di fatto l'impatto dell'opera su tutte le componenti ambientali, portando ad una minimizzazione del territorio coinvolto dal progetto, altre interagiscono più specificatamente su singoli aspetti e contribuiscono a garantire i risultati dei futuri ripristini ambientali.

La seconda e la quinta, ad esempio, minimizzano l'impatto visivo e paesaggistico; la terza comporta la possibilità di un completo recupero produttivo dal punto di vista agricolo, in quanto, con il riporto sullo scavo del terreno superficiale, ricco di sostanza organica, garantisce il mantenimento dei livelli di fertilità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 54 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

5.2 Interventi di ripristino

Gli interventi di ripristino ambientale sono eseguiti dopo il rinterro della condotta allo scopo di ristabilire nella zona d'intervento gli equilibri naturali preesistenti e di impedire, nel contempo, l'instaurarsi di fenomeni erosivi, non compatibili con la sicurezza della condotta stessa.

In considerazione delle caratteristiche morfologiche del territorio interessato dal progetto, caratterizzato da lineamenti prevalentemente pianeggiati, gli interventi di ripristino saranno essenzialmente mirati alla ricostituzione delle sezioni di attraversamento dei corsi d'acqua e alla ricostituzione dell'originaria capacità d'uso e fertilità agronomica delle zone agricole e delle fitocenosi preesistenti, nelle aree caratterizzate da vegetazione naturale e seminaturale.

Pertanto tutte le opere previste nel progetto del metanodotto per il ripristino dei luoghi possono essere raggruppate nelle seguenti tre principali categorie:

- ripristini morfologici ed idraulici;
- ripristini idrogeologici;
- ricostituzione della copertura vegetale (ripristini vegetazionali).

Dopo il rinterro della condotta e a completamento dei lavori di costruzione, si procede inizialmente alle sistemazioni generali di linea che consistono nella riprofilatura dei terreni con le pendenze e le forme originarie e nella riattivazione dei fossi, dei canali irrigui e della rete di deflusso delle acque superficiali in corrispondenza di tutte le aree utilizzate per la realizzazione dell'opera.

5.2.1 Ripristini morfologici e idraulici

Opere di regimazione delle acque superficiali

Le opere di regimazione delle acque superficiali hanno lo scopo di allontanare le acque di ruscellamento ed evitare fenomeni di erosione superficiale ed instabilità del terreno; tali opere hanno pertanto la funzione di regolare i deflussi superficiali, sia costringendoli a scorrere in fossi e canalizzazioni durevoli, sia attraverso la riduzione della velocità delle correnti idriche mediante la rottura della continuità dei pendii.

Per il metanodotto in esame, il progetto prevede la realizzazione di fascinate (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-80). La loro funzione è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso. Sono costituite in genere da una doppia fila di fascine verdi tenute in posto da picchetti di legno forte, di diametro e lunghezza adeguati, posti in opera ad una distanza media di 50 cm e infissi nel terreno a profondità di almeno 1 m. Le fascinate possono avere due differenti disposizioni planimetriche: la prima, "ad elementi continui", nella quale ogni elemento attraversa da lato a lato l'area di passaggio; la seconda, "a lisca di pesce", nella quale gli elementi vengono appunto disposti a spina di pesce; in questo caso è necessario effettuare una baulatura in corrispondenza dello scavo, per favorire l'allontanamento delle acque superficiali; sull'asse del metanodotto, gli elementi a lisca di pesce devono essere posti in sovrapposizione, al fine di evitare fenomeni di canalizzazione delle acque. L'interasse tra le singole fascinate viene scelto in funzione della

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 55 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

pendenza e della natura del terreno. Le canalette in terra, poste a tergo delle fascinate, sono realizzate completamente in scavo, di forma trapezoidale e di sezione adeguata a garantire il deflusso delle acque e dotate di un argine ben costipato utilizzando il terreno proveniente dallo scavo.

Inoltre si prevede l'eventuale realizzazione delle sole canalette in terra e/o pietrame (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-112). Questa tipologia di ripristino ambientale è generalmente adottata lungo la gran parte dei tratti in pendenza del tracciato, in particolare lungo versanti non coltivati o boscati. Quantità ed ubicazione delle canalette sono definite in base alla pendenza, alla natura del terreno, all'entità del carico idraulico e non ultimo, alla posizione del metanodotto rispetto ad infrastrutture esistenti. Sono realizzate completamente in scavo, di forma trapezoidale e di sezione adeguata a garantire il deflusso delle acque e dotate di un argine ben costipato utilizzando il terreno proveniente dallo scavo (vedi Dis. ST-112, fig. 1) o rinforzato con pietrame (vedi Dis. ST-112, fig. 2) in alternativa alle fascinate sopra descritte. Ove la natura rocciosa del substrato non permetta o renda estremamente difficoltosa l'infissione dei picchettoni per la formazione delle fascinate, si prevede la realizzazione di canalette in terra rompitratte presidiate con materiale lapideo reperibile in loco, con la medesima funzione di regimazione delle acque di scorrimento superficiale (vedi Dis. ST-112, fig.3).

Opere di sostegno

Si classificano come opere di sostegno quelle opere che assolvono la funzione di garantire il sostegno statico di pendii e scarpate naturali ed artificiali. Possono assolvere funzioni statiche di sostegno, di semplice rivestimento e di tenuta; possono essere rigide o flessibili, a sbalzo o ancorate; possono infine poggiare su fondazioni dirette o su fondazioni profonde. Ai fini dell'effetto indotto sull'assetto morfologico, possono essere distinte le opere fuori terra (in legname, in massi o in c.a.), e le opere interrato che, non essendo visibili, non comportano alterazioni del profilo originario del terreno. Detti interventi, in riferimento all'opera in esame, vengono eseguiti per il contenimento di scarpate morfologiche naturali e di origine antropica, specie se associate alla presenza di infrastrutture viarie, variamente presenti lungo l'intero sviluppo del tracciato. In situazioni di versante ad acclività media ed elevata, si dovrà ricorrere alla realizzazione di opere di sostegno a scomparsa, limitatamente alla sezione di scavo, che assolvano la funzione di contenimento dei terreni di rinterro. In altre circostanze, soprattutto in corrispondenza di pendii particolarmente lunghi, potranno essere realizzate strutture di contenimento rompitratte, specie in corrispondenza delle strade che tagliano in alcuni casi i versanti a mezzacosta per il ripristino o il sostegno delle scarpate stradali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 56 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Opere di sostegno rigide

Si definiscono opere di sostegno rigide quelle caratterizzate dal fatto che l'unico movimento che possono manifestare sotto l'azione dei carichi in gioco è un movimento rigido.

Nell'ambito del progetto in esame, si prevede la realizzazione di:

- paratie di pali trivellati (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-101);

Le paratie di pali trivellati, invece, sono delle opere sempre interrato e quindi irrilevanti per le componenti paesaggistiche.

Queste opere saranno eseguite e sagomate sulla base dei disegni di progetto che ne determineranno le caratteristiche dimensionali. Per quanto riguarda le prescrizioni sulla carpenteria (casceforme ed armature), le proprietà dei materiali e le modalità esecutive e controlli, si farà riferimento alla relativa normativa nazionale sulle opere in c.a.

Opere di sostegno flessibili

Si definiscono opere di sostegno flessibili quelle caratterizzate dal fatto che possono invece presentare una certa deformabilità sotto l'azione dei carichi cui saranno sottoposti.

Nel progetto in esame si prevede la realizzazione di opere di ricostituzione spondale in Gabbioni (vedi allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-123) e palizzate in legname (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-081). Queste ultime opere possono svolgere una funzione di sostegno di piccole scarpate, interessate dalle fasi di movimentazione durante la costruzione, e della coltre del terreno di copertura nei tratti di versante a maggior acclività, laddove comunque si prospettano condizioni di spinta delle terre di lieve entità. Le palizzate vengono eseguite in guisa di cordonate continue mediante l'infissione di pali verticali di essenze forti che fuoriescono dal terreno di circa 0,60 / 0,80 m e da pali disposti in senso orizzontale, per l'altezza fuori terra, formanti una parete compatta e saldamente legati ai pali infissi con filo di ferro zincato. Al fine di svolgere anche un'azione regolamentatrice delle acque, a tergo della palizzata sarà realizzata una canaletta di drenaggio in terra battuta, con una sezione minima di almeno 0,15 m².

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 57 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Opere di drenaggio delle acque

Questa tipologia d'intervento è stata inserita nel capitolo delle opere di ripristino morfologico in quanto tali opere in ragione del loro effetto drenante, esercitano un'importante ed efficace azione per il riassetto idrogeologico soprattutto per ciò che concerne il consolidamento dei terreni ed in generale, la stabilità dei pendii.

I drenaggi profondi sono essenzialmente delle trincee riempite con materiali aridi, opportunamente selezionati e sistemati, aventi lo scopo di captare e convogliare le acque del sottosuolo, consolidando i terreni circostanti e stabilizzando quindi aree predisposte alla franosità (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-106). Possono essere realizzati in asse alla condotta (trincea drenante sottocondotta), in parallelismo alla condotta ed anche in senso trasversale (trincea drenante fuoricondotta) ad essa e hanno la funzione di captare le acque e convogliarle su compluvi naturali, anche con l'ausilio di scarichi artificiali, drenando e bonificando il terreno circostante e migliorando così le condizioni di stabilità. Il corpo drenante è costituito da una massa filtrante consistente di norma da ghiaia lavata a granulometria uniforme (diametro minimo 6 mm, diametro massimo 60 mm), praticamente esente da frazioni limose e/o argillose ed avvolta da tessuto non tessuto. Lo scorrimento dell'acqua avviene dentro tubi in PVC disposti sul fondo del drenaggio, con fessure longitudinali limitate dalla semicirconferenza superiore del tubo stesso. Nella parte terminale dei dreni viene realizzato un setto impermeabile, costituito da un impasto di bentonite ed argilla. Lo scarico dei dreni, viene fatto coincidere per quanto possibile con impluvi naturali o comunque preesistenti ed intestato in un piccolo gabbione o altro manufatto di protezione.

Trincee drenanti sottocondotta verranno previste, in alcuni tratti del tracciato, allo scopo di migliorare la stabilità di limitate porzioni di terreno attualmente interessate da fenomeni gravitativi di lieve entità o per incrementare, in termini cautelativi, le caratteristiche di resistenza geomeccanica dei terreni attraversati, laddove sono state supposte potenziali condizioni di stabilità precaria.

Lungo la condotta in dismissione e nei tratti in parallelismo con la condotta in progetto, si prevede, nella quasi totalità dei casi, di mantenere in esercizio o comunque ripristinare i drenaggi ivi presenti.

Nel caso in cui lo scavo della trincea venga ad interessare litologie dotate di buone caratteristiche geomeccaniche, tali da non mostrare propensione a fenomeni di dissesto, è prevista, nei tratti acclivi più lunghi, la realizzazione, ad intervalli più o meno regolari, di segmenti di letto di posa drenante (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-105), consistenti in uno strato di ghiaia di spessore minimo di 0,4 m, posto sul fondo dello scavo e rivestito con un foglio di tessuto non tessuto con funzione di filtro, che assolvono al compito di raccogliere e smaltire le acque di infiltrazione che tendono a convogliarsi lungo la trincea di scavo in cui è alloggiata la condotta. Lungo la linea di progetto, si prevede la messa in opera del letto di posa drenante in corrispondenza dei tratti, talvolta piuttosto lunghi, dove si configurano condizioni morfometriche di pendenza accentuata.

Nella seguente tabella (Tab. 5.2/A) si riporta l'elenco delle opere di drenaggio previste lungo le linee in progetto:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 58 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tab. 5.2/A: Ubicazione opere di drenaggio (progetto)

Progr. (km)	Lunghezza (m)	Descrizione dell'intervento Rif. Disegni tipologici di progetto
Metanodotto Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto		
6,477	80	Trincea Drenante (ST-106)
9,450	75	Letto di posa drenante (ST-105)
28,119	80	Letto di posa drenante (ST-105)
28,395	300	Letto di posa drenante (ST-105)
30,231	120	Trincea Drenante (ST-106)
30,407	100	Trincea Drenante (ST-106)
38,992	60	Trincea Drenante (ST-106)
41,092	60	Letto di posa drenante (ST-105)
41,704	60	Trincea Drenante (ST-106)
42,385	140	Trincea Drenante (ST-106)
43,155	45	Trincea Drenante (ST-106)
43,626	40	Letto di posa drenante (ST-105)
43,698	90	Trincea Drenante (ST-106)

Opere di difesa idraulica

Questo tipo di opere hanno la funzione di regimare il corso d'acqua al fine di evitare fenomeni di erosione spondale e di fondo in corrispondenza della sezione di attraversamento della condotta.

Si classificano come "opere longitudinali" quelle che hanno un andamento parallelo alle sponde dei corsi d'acqua ed hanno una funzione protettiva delle stesse e come "opere trasversali" quelle che sono trasversali al corso d'acqua ed hanno la funzione di correggere o fissare le quote del fondo alveo, fino al raggiungimento del profilo di compensazione, al fine di evitare fenomeni di erosione di fondo. Tali opere si classificano come briglie, controbriglie, soglie, repellenti.

Il progetto prevede la realizzazione di opere di difesa longitudinali consistenti in ricostituzioni spondali in scogliera in massi e ricostituzioni spondali in massi (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-093 e ST-126) eseguite contro l'erosione delle sponde e per il contenimento dei terreni a tergo. Detti interventi saranno sagomati sulla base dei progetti che ne determineranno le dimensioni, nonché lo sviluppo della parte in elevazione e del piano di fondazione. Il loro comportamento statico è del tutto analogo a quello dei muri di sostegno in massi. Anche le prescrizioni sulle modalità esecutive e sulle proprietà dei materiali da utilizzare sono analoghe a quelle per i muri in massi. L'immorsamento alle sponde dell'opera idraulica sarà realizzato con la massima cura, particolarmente nella parte di monte. Al fine di evitare l'aggiramento dell'opera da parte della corrente idrica, tale immorsamento sarà effettuato inserendo la testa dell'opera all'interno della sponda, con un tratto curvilineo non inferiore a 2÷3 m. Per la parte terminale di valle è sufficiente un raccordo ad angolo retto con la sponda.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 59 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

In alcuni casi, nei corsi d'acqua a regime torrentizio comunque dotati di capacità erosiva e di trasporto, associato alle difese spondali in massi o singolarmente, potrà essere realizzata una ricostituzione dell'alveo con massi (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-130). I massi utilizzati, di adeguata natura litologica (calcarea basaltica, granitica, ecc.), devono essere costituiti da pietra dura e compatta, non devono presentare piani di sfaldamento o incrinature e non devono alterarsi per effetto del gelo. I blocchi sono squadrati, a spigolo vivo, ed equidimensionali.

Per alcuni corsi d'acqua di minor rilevanza può essere utilizzata la cunetta in massi (vedi Allegato 2 "Disegni tipologici di progetto", Dis. ST-114) date le ridotte larghezze della sezione in corrispondenza dell'attraversamento della condotta in progetto o in dismissione.

Nella seguente tabella si riporta l'elenco completo delle opere di ripristino morfologico ed idraulico fuori terra per il progetto (vedi Tab. 5.2/B) e per la dismissione (vedi Tab. 5.2/C).

Tab. 5.2/B: Ubicazione opere di ripristino morfologico ed idraulico fuori terra (progetto)

Progr. (km)	N.ord. (°)	Comune	Località/corso d'acqua	Descrizione dell'intervento Rif. Disegni tipologici di progetto
Metanodotto Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") in progetto				
9,25	01	Anghiari	Torrente Libbia	Rivestimento alveo in massi (ST-130, Sch.Dim. A)
12,55	02		La Ginepraia	Paratia di pali/micropali (ST-101, L=100m)
12,79	03		La Ginepraia	Paratia di pali/micropali (ST-101, L=45m)
13,19	04		La Ginepraia	Paratia di pali/micropali (ST-101, L=60m)
15,65	05	Anghiari /Arezzo	Torrente Chiassaccia	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, Sch.Dim. B)
18,18	06	Arezzo	Fosso dell'Antecchia	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, Sch.Dim. B)
24,56	07		Fosso Strosce (impluvio)	Ricostruzione spondale in massi (ST-126 Sch.Dim C)
26,46	08		Scarpata	N2 Muro cellulare in legname a doppia parete (ST-092, H=2.5m)
33,57	09	Castiglion Fibocchi	Torrente Bregine	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, Sch.Dim. B) + Rivestimento alveo in massi (ST-130, Sch.Dim. B)
34,46	10		Borro di S.Quirico (F.del Romitorio)	Rivestimento alveo in massi (ST-130, tipo A)
37,05	11	Castiglion Fibocchi / Loro Ciuffenna	Borro L'Orenaccio	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, tipo B)
37.92	12	Loro Ciuffenna	Borro delle Valli	Rivestimento alveo in massi (ST-130, tipo B)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 60 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progr. (km)	N.ord. (°)	Comune	Località/corso d'acqua	Descrizione dell'intervento Rif. Disegni tipologici di progetto
38,42	13	Loro Ciuffenna	Scarpata	N2 Muro cellulare in legname a doppia parete (ST-092, H=2.5m)
38,46	14		Scarpata	N1 Muro cellulare in legname a doppia parete (ST-092, H=2.5m)
38,99	15		Borro Giambono	Ricostruzione spondale in massi (ST-126 Sch. Dim. A)
39,72	16		Torrente Agna	Difese spondali con scogliere in massi (ST-093, Sch. Dim.C), N2 Muri cellulari a parete doppia (ST-092) + soglia in massi a valle dell'attraversamento (ST-135)
43,20	17	Terranuova Bracciolini	Borro di faggeta della Balsa attraversamento	Ricostruzione spondale in massi (ST-126 Sch. Dim. B)
43,43	18		Borro di faggeta della Balsa parallelismo	Paratia di pali/micropali (ST-101, L=50m)

Tab. 5.2/C: Ubicazione opere di ripristino morfologico ed idraulico fuori terra (dismissione)

Progr. (km)	N.ord. (°)	Comune	Località/corso d'acqua	Descrizione dell'intervento Rif. Disegni tipologici di progetto
Metanodotto Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24") in dismissione				
10,13	01	Anghiari	Torrente Libbia	Rivestimento alveo in massi (ST-130, Sch.Dim. A)
18,77	02	Anghiari /Subbiano	Torrente La Chiassa 1°Attr.	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, tipo A)
21,59	03	Arezzo	Fosso di Montegiovi	Ricostituzione spondale in gabbioni (ST-096, Sch.Dim B)
28,04	04	Capolona	Fosso della Monaca	Cunetta in massi (ST-114)
28,55	05		Torrente Faltognano	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, tipo A)
34,24	06	Castiglion Fibocchi	Torrente Bregine	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, Sch.Dim. B) + Rivestimento alveo in massi (ST-130, Sch.Dim. B)
34,78	07		Borro di S.Quirico (F.del Romitorio)	Rivestimento alveo in massi (ST-130, tipo A)
37,27	08		Borro L'Orenaccio	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, tipo B)
38,14	09	Loro Ciuffenna	Borro delle Valli	Rivestimento alveo in massi (ST-130, tipo B)
39,24	10		Borro Giambono	Ricostruzione spondale in massi (ST-126, tipo A)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 61 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Progr. (km)	N.ord . (°)	Comune	Località/corso d'acqua	Descrizione dell'intervento Rif. Disegni tipologici di progetto
39,84	11	Loro Ciuffenna	Torrente Agna	Ripristino difesa spondale in gabbioni in sx, Rivestimento alveo in massi (ST-130, tipo C)
43,03	12	Terranuova Bracciolini	Borro di faggeta della Balsa attraversamento	Ricostruzione spondale in massi (ST-126 Sch. Dim. B)

5.2.2 Ripristini idrogeologici

I lavori di realizzazione dell'opera, anche se la profondità degli scavi è generalmente contenuta nell'ambito dei primi 3 m dal piano campagna, possono venire localmente a interferire temporaneamente con la falda freatica e con il sistema di circolazione idrica sotterranea, come nel caso di tratti particolari, quali l'attraversamento in subalveo del canale collettore subalveo o quelli caratterizzati da condizioni di prossimità con eventuali falde superficiali.

Nel caso in cui tale eventualità si verifichi in prossimità di opere di captazione (pozzi di emungimento, canali di drenaggio interrati) ovvero di emergenze naturali (sorgenti, fontanili), saranno adottate, prima, durante e a fine lavori, opportune misure tecnico-operative volte alla conservazione del regime freaticometrico preesistente.

In relazione alla variabilità delle possibili cause ed effetti d'interferenza, le misure da adottare per il ripristino dell'equilibrio idrogeologico saranno stabilite di volta in volta scegliendo tra le seguenti tipologie d'intervento:

- rinterro della trincea di scavo con materiale granulare, al fine di preservare la continuità della falda in senso orizzontale;
- esecuzione, per l'intera sezione di scavo, di setti impermeabili in argilla e bentonite, al fine di confinare il tratto di falda intercettata ed impedire in tal modo la formazione di vie preferenziali di drenaggio lungo la trincea medesima;
- rinterro della trincea, rispettando la successione originaria dei terreni (qualora si alternino litotipi a diversa permeabilità) al fine di ricostituire l'assetto idrogeologico originario.

Le misure costruttive sopracitate, correttamente applicate, garantiscono il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- il ripristino dell'equilibrio idrogeologico nel tratto in cui il tracciato interessa la falda. Tale condizione si ottiene selezionando il materiale di rinterro degli scavi, in modo da ridare continuità idraulica all'orizzonte acquifero intercettato.
- il recupero delle portate drenate in prossimità di punti d'acqua (sorgenti, pozzi o piccole scaturigini) previa esecuzione di setti impermeabili e di piccole trincee di captazione.

Si evidenzia comunque che l'abbassamento piezometrico ed in generale la perturbazione indotta dall'emungimento sarà limitata alle sole fasi di scavo e posa della condotta, ottenendo il completo ristabilirsi dei preesistenti equilibri idrici sotterranei a rinterro ultimato, al termine delle operazioni di aggotamento; infatti, in relazione alla natura omogenea, in termini di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 62 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

permeabilità, dei terreni attraversati, non sussistono condizioni di interferenza permanente con il modello di filtrazione, circolazione e ricarica della falda.

5.2.3 Ripristini vegetazionali

Gli interventi di ripristino dei soprassuoli agricoli e forestali comprendono tutte le opere necessarie a ristabilire le originarie condizioni ecosistemiche e produttive.

Nelle aree agricole essi avranno la finalità di riportare i terreni alla medesima capacità d'uso e fertilità agronomica presenti prima dell'esecuzione dei lavori, mentre nelle aree caratterizzate da vegetazione naturale e seminaturale i ripristini avranno la funzione di innescare quei processi dinamici che consentiranno di raggiungere, nel modo più rapido e seguendo gli stadi evolutivi naturali, la struttura e la composizione delle fitocenosi originarie.

Gli interventi di ripristino di aree caratterizzate da vegetazione spontanea sono, quindi, finalizzati a ricreare le condizioni idonee al ritorno di un ecosistema il più possibile simile a quello potenziale dell'area e in grado, una volta affermatosi sul territorio, di evolversi autonomamente.

Gli interventi di ripristino vegetazionale sono sempre preceduti da una serie di operazioni finalizzate al recupero delle condizioni originarie del terreno:

Gli interventi per il ripristino della componente vegetale si possono, generalmente, raggruppare nelle seguenti fasi:

- scotico ed accantonamento del terreno vegetale;
- inerbimento;
- messa a dimora di alberi e arbusti;
- cure colturali.

Scotico ed accantonamento del terreno vegetale

La prima fase del ripristino della copertura vegetale naturale e seminaturale si colloca durante l'apertura della fascia di lavoro e consiste nello scotico e accantonamento dello strato superficiale di suolo, ricco di sostanza organica, più o meno mineralizzata, e di elementi nutritivi.

L'asportazione dello strato superficiale di suolo, per una profondità approssimativamente coincidente con la zona interessata dalle radici erbacee, è importante per mantenere le potenzialità e le caratteristiche vegetazionali di un determinato ambito, soprattutto in corrispondenza di spessori di suolo relativamente modesti.

Il materiale, generalmente asportato con l'ausilio di una pala meccanica, sarà accantonato a bordo pista e opportunamente protetto con teli traforati per evitarne l'erosione e il dilavamento. La protezione dovrà inoltre essere tale da non causare disseccamenti o fenomeni di fermentazione che potrebbero compromettere la possibilità di riutilizzo dello stesso.

In fase di riconfigurazione delle superfici di cantiere e di rinterro della condotta, lo strato di suolo accantonato sarà collocato in posto cercando, se possibile, di mantenere lo stesso profilo e l'originaria stratificazione degli orizzonti. Il livello del suolo sarà lasciato qualche centimetro

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 63 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

al di sopra dei terreni circostanti, in considerazione del naturale assestamento (dovuto principalmente alle piogge), cui il terreno va incontro una volta riportato in sito.

Le opere di miglioramento fondiario, come impianti fissi d'irrigazione, fossi di drenaggio, provvisoriamente danneggiate durante il passaggio del metanodotto, saranno completamente ripristinate una volta terminato il lavoro di posa della condotta.

Prima dell'inerbimento, qualora se ne ravvisi la necessità, si potrà provvedere anche a una concimazione di fondo.

Inerbimento

Questo intervento verrà effettuato su tutti i tratti di metanodotto in cui si attraversano boschi o cenosi con vegetazione arborea ed arbustiva a carattere naturale o seminaturale, ed anche su tutti i tratti a prato e/o prato pascolo. Essi saranno eseguiti allo scopo di:

- ricostituire le condizioni pedo-climatiche e di fertilità preesistenti;
- apportare sostanza organica;
- ripristinare le valenze estetico paesaggistiche;
- proteggere il terreno dall'azione erosiva e battente delle piogge;
- consolidare il terreno mediante l'azione rassodante degli apparati radicali;

La scelta dei miscugli da utilizzare è stata effettuata cercando di conciliare l'esigenza di conservazione delle caratteristiche di naturalità delle cenosi erbacee attraversate con la facilità di reperimento del materiale di propagazione sul mercato nazionale. In base a precedenti esperienze e come verificato anche in aree con tipologie vegetazionali simili in cui sono già stati eseguiti interventi di ripristino, si ritiene necessario sottolineare come le specie autoctone si integrino da subito al miscuglio delle specie commerciali per poi sostituirlo e diventare gradualmente dominanti nel corso degli anni.

Le formazioni erbacee interferite dai tratti di percorrenza sono, in numero ed estensione, ridotte e per buona parte caratterizzate da comunità erbacee ruderali e sinantropiche e di post-coltivo.

Relativamente agli *incolti produttivi ed in arbustamento*, riportati nella Carta della Vegetazione (vedi All. 14 Dis. PG-CVN-101 allegato alla Relazione RE-SIA-001), si tratta, in generale, di cenosi che non esprimono un'elevata qualità in termini naturalistici e che, nella maggior parte dei casi, non richiedono specifici interventi di mitigazione e ripristino: per la ricostituzione di queste formazioni si ritiene sufficiente la banca del seme contenuta nel materiale di scotico, per ricostituire il manto originario.

Una considerazione maggiore può essere destinata alle praterie mesoxerofile rilevate ed intercettate che, quasi totalmente, sono soggette a pascolamento. Per questi particolari ambienti i ripristini possono essere effettuati attraverso interventi di idrosemina con miscugli reperibili in commercio appositamente selezionati per le aree di intervento.

Il miscuglio che viene proposto è composto da sementi di graminacee nella misura del 60% e da sementi di leguminose nella misura del 25%, viste queste ultime anche come fertilizzanti del terreno grezzo. La restante parte è data da sementi di altra tipologia adattabili al contesto ambientale di utilizzo, utili a diversificare il miscuglio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 64 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

In relazione alle caratteristiche pedologiche e climatiche del territorio attraversato dalle condotte in progetto è possibile ipotizzare l'impiego del miscuglio riportato nella tabella seguente (vedi Tab. 5.2/D).

Tab. 5.2/D - Miscuglio di semi per inerbimento

Specie	%
<i>Dactylis glomerata</i> (Erba mazzolina)	25
<i>Avenella flexuosa</i> (Avenella flessuosa)	10
<i>Brachypodium rupestre</i> (Paleo rupestre)	15
<i>Festuca rubra</i> (Festuca rossa)	10
<i>Achillea millefolium</i> (Achillea millefoglie)	5
<i>Medicago lupulina</i> (Erba medica selvatica)	10
<i>Daucus carota</i> (Carota selvatica)	5
<i>Sanguisorba minor</i> (Salvastrella minore)	5
<i>Lotus corniculatus</i> (Ginestrino)	15
Totale	100

Indicativamente, l'inerbimento richiede l'utilizzo di un quantitativo di miscuglio uguale o maggiore a 30 g/m² e, al fine di garantire la quantità necessaria di elementi nutritivi per il buon esito del ripristino, prevede la contemporanea somministrazione di fertilizzanti a lenta cessione.

Tutti gli inerbimenti vengono eseguiti, ove possibile, con la tecnica dell'idrosemina, al fine di ottenere:

- uniformità della distribuzione dei diversi componenti;
- rapidità di esecuzione dei lavori;
- possibilità di un maggiore controllo delle varie quantità distribuite.

Gli inerbimenti a mano saranno eseguiti solamente laddove sia assolutamente impossibile intervenire con i mezzi meccanici (impraticabilità dell'area, strapiombi, distanza eccessiva da strade percorribili, ecc.). A seconda delle caratteristiche pedoclimatiche dei terreni, l'inerbimento può essere fatto con le seguenti tipologie di semina idraulica:

- semina tipo A: semina idraulica, comprendente la fornitura e la distribuzione di un miscuglio di sementi erbacee e concimi chimici e organici (60 g/m²); si esegue in zone pianeggianti o subpianeggianti;
- semina tipo B: semina idraulica con le stesse caratteristiche del punto precedente con aggiunta di sostanze collanti a base di resine sintetiche e/o vegetali in quantità sufficiente ad assicurare l'aderenza del seme e del concime al terreno (50-70 g/m²); si effettua in zone acclivi o dove si riscontri la necessità di stabilizzare il seme al terreno;
- semina tipo C: semina idraulica come ai punti precedenti, con aggiunta di formulato di paglia e/o pasta di cellulosa e/o canapa, a protezione della semente (100 g/m²); si esegue nelle zone ove necessita una rapida germinazione del seme, facilitata dall'effetto serra della

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 65 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

paglia, per contribuire alla rapida stabilizzazione di terreni particolarmente soggetti ad erosione superficiale (terreni molto acclivi);

La tecnica di copertura e protezione del terreno con resine o altre sostanze accelera il processo di applicazione, in quanto in un'unica volta vengono distribuiti contemporaneamente sementi, concimi e resina, quest'ultima con funzioni di collante. Le caratteristiche che si richiedono a queste resine sono:

- non tossicità;
- capacità di ritenuta e consolidante graduabile a diversi dosaggi;
- capacità di permettere il normale scambio idrico e gassoso fra atmosfera ed il terreno;
- capacità di resistenza all'azione erosiva delle acque da ruscellamento;
- biodegradabilità 100%.

Tutte le attività di semina sono, di norma, eseguite in condizioni climatiche opportune (assenza di vento o pioggia). La stagione più indicata per effettuare la semina è l'autunno perché consente uno sviluppo dell'apparato radicale tale da poter affrontare il periodo di *stress* idrico della successiva estate.

Messa a dimora di alberi e arbusti

Nelle aree con cenosi di carattere naturale o seminaturale interessate dai lavori (boschi ed arbusteti, formazioni lineari), appena ultimata la semina, si procederà alla ricostituzione della copertura arbustiva e arborea.

Questo intervento deve essere progettato non come la semplice sostituzione delle piante abbattute con l'apertura della pista ma, piuttosto, come un passo verso la ricostituzione dell'ambito ecologico (e paesaggistico) preesistente alla realizzazione dell'opera.

In alcuni casi la vegetazione reale attuale risulta degradata a causa di infiltrazioni di specie alloctone che assumono talora carattere infestante (robinia, ailanto), tuttavia per la scelta delle essenze si farà riferimento alla vegetazione potenziale dell'area come obiettivo finale da raggiungere. La necessità di utilizzare specie autoctone per gli interventi di ripristino è un criterio fondamentale da adottare per riproporre fitocenosi coerenti con la vegetazione autoctona e per scongiurare il pericolo di introduzione di specie esotiche, con le possibili conseguenze (inquinamento floristico, inquinamento genetico dovuto a varietà o cultivar di regioni o nazioni diverse, ecc.).

Altro criterio importante da adottare nella progettazione dei ripristini è l'utilizzo di specie caratteristiche degli stadi pionieri o intermedi, compatibili con le caratteristiche ecologiche stazionali, con le necessarie caratteristiche biotecniche e capaci di innescare il processo di colonizzazione e portare al progressivo insediamento di formazioni più complesse. Soprattutto per il recupero delle aree arbustive, la selezione privilegerà solo specie pioniere coerenti con la tipologia vegetale e con la successione dinamica rilevata.

Occorre sottolineare che alcune soluzioni progettuali adottate (trivellazione, trenchless ecc.) permettono di salvaguardare del tutto o in parte alcune formazioni intercettate. Dove

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 66 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

l'interferenza è effettiva e per avere maggiori garanzie di attecchimento è consigliabile usare materiale allevato in fitocella e proveniente da vivai prossimi alla zona di lavoro.

Gli impianti verranno effettuati secondo una distribuzione diffusa ed irregolare delle plantule su tutta la superficie oggetto di ripristino, in modo da conferire loro una disposizione più naturale possibile.

Il sesto d'impianto teorico prevalente sarà di 2 x 2 m, (2.500 semenzali per ettaro), salvo diverse indicazioni delle autorità forestali competenti o particolari situazioni ambientali (vegetazione arbustiva o ripariale) nelle quali il sesto d'impianto sarà indicato volta per volta.

In base ai risultati dello studio sulla vegetazione reale e potenziale presente lungo il tracciato, sono state individuate diverse tipologie di intervento in relazione al tipo di formazioni forestali incontrate. A titolo di esempio si riporta di seguito la composizione specifica ed il grado di mescolanza che possono essere previsti per il ripristino di alcune di queste tipologie.

1° Tipologia: Vegetazione ripariale

Lungo le sponde dei fossi e dei fiumi oltre all'impianto a gruppi di cui sopra, si può prevedere l'utilizzazione di talee e astoni, di salici e pioppi, possibilmente reperiti in loco in periodi di riposo vegetativo e ricavate da individui arborei di due o più anni di età.

Il ripristino della vegetazione ripariale verrà eseguito lungo le sponde degli attraversamenti dei corsi d'acqua in cui è presente una cenosi ripariale arborea di una certa consistenza e lungo gli impluvi e i fossi che disegnano le piane attraversate (Valtiberina e Vadarno). Gli interventi verranno effettuati a nuclei ricchi di specie igrofile, in coerenza con la tipologia vegetazionale riscontrata, con manto arbustivo allocato verso l'esterno con lo scopo di differenziare ulteriormente l'habitat ripariale mantenendo la struttura del mosaico naturale rilevato. Tali impianti verranno effettuati secondo una distribuzione irregolare delle plantule e seguendo la loro disposizione naturale a partire dai salici in prossimità del corso d'acqua e proseguendo con il pioppo, il nocciolo, l'ontano e le querce.

Le specie che verranno utilizzate sono alberi ed arbusti caratteristici delle fitocenosi ripariali igrofile e mesoigrofile, presenti nel corredo floristico delle formazioni attraversate. Nelle Tab. 5.2/E **Error! Reference source not found.** e Tab. 5.2/F vengono indicate le composizioni floristiche dei ripristini da effettuare in relazione alle tipologie vegetazionali ripariali riscontrate nel territorio d'indagine.

Tab. 5.2/E - Vegetazione ripariale igrofila a *Populus nigra*, *P. alba* e *Salix alba*

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Populus alba</i>	10	<i>Salix purpurea</i>	10
<i>Populus nigra</i>	15	<i>Sambucus nigra</i>	10
<i>Ulmus minor</i>	5	<i>Euonymus europaeus</i>	10
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl <i>subsp. oxycarpa</i>	5	<i>Cornus sanguinea</i>	5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 67 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Salix alba</i>	10	<i>Corylus avellana</i>	10
<i>Quercus sp. pl.</i>	5	<i>Ligustrum vulgare</i>	5
Totale	50		50

Tab. 5.2/F - Vegetazione ripariale mesoigrofila ad ontano nero

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Alnus glutinosa</i>	20	<i>Ligustrum vulgare</i>	10
<i>Populus nigra</i>	10	<i>Sambucus nigra</i>	10
<i>Ulmus minor</i>	5	<i>Euonymus europaeus</i>	10
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl <i>subsp. oxycarpa</i>	5	<i>Cornus sanguinea</i>	10
<i>Salix alba</i>	5	<i>Corylus avellana</i>	10
<i>Quercus sp. pl.</i>	5		
Totale	50		50

Data la facoltà di alcune delle specie indicate (*Salix* spp., *Populus* spp.) di avere ottima capacità di propagazione vegetativa, si prevede l'utilizzo di talee reperite in loco in periodi di riposo vegetativo ricavate da individui arborei di due o più anni di età.

2° Tipologia: Vegetazione arborea ed arbustiva di boschi di latifoglie

Questa ipotesi di ripristino interesserà i tratti che si sviluppano su aree occupate da formazioni forestali, da piccoli nuclei boschivi e da aggruppamenti in filare (ad eccezione di quelli ripariali, per i cui ripristini si prevede quanto ipotizzato nella precedente tipologia). Le specie da utilizzare, arboree ed arbustive, saranno selezionate e diversificate sulla base della potenzialità del territorio e delle tipologie di bosco interessato.

Nel dettaglio le tipologie della vegetazione reale consentono di stabilire quali specie arboree privilegiare nei ripristini e, qualora poco identificabili, il riferimento alla vegetazione potenziale fornisce valide indicazioni sulle specie arbustive da associare a quelle arboree. Per queste ragioni vengono ipotizzati 3 schemi di ripristino sintetizzati in Tab. 5.2/G, Tab. 5.2/H e Tab. 5.2/I. Si evidenzia che questa tipologia di ripristino, oltre al recupero delle naturali condizioni ambientali e paesaggistiche *ante-operam*, ha lo scopo ulteriore di limitare la diffusione delle specie alloctone invasive presenti. A questi schemi di ripristino si farà riferimento anche per le formazioni miste di latifoglie e conifere, selezionando la combinazione floristica in base alla tipologia di bosco di latifoglie.

Tab. 5.2/G - Vegetazione arborea ed arbustiva dei boschi mesofili di cerro

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Quercus cerris</i>	30	<i>Ligustrum vulgare</i>	10
<i>Quercus pubescens</i>	10	<i>Euonymus europaeus</i>	10

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 68 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Castanea sativa</i>	5	<i>Pyracantha coccinea</i>	10
<i>Ostrya carpinifolia</i>	5	<i>Prunus spinosa</i>	10
		<i>Cornus sanguinea</i>	10
Totale	50		50

Tab. 5.2/H - Vegetazione arborea ed arbustiva dei boschi acidofili di cerro con erica arborea e dei boschi acidofili di cerro e roverella

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Quercus cerris</i>	30	<i>Erica arborea</i>	15
<i>Quercus pubescens</i>	10	<i>Erica scoparia</i>	15
<i>Castanea sativa</i>	10	<i>Cytisus scoparius</i>	10
		<i>Pyracantha coccinea</i>	10
Totale	50		50

Tab. 5.2/I - Vegetazione arborea ed arbustiva dei boschi termofili di roverella

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Quercus pubescens</i>	30	<i>Juniperus communis</i>	10
<i>Quercus cerris</i>	5	<i>Ligustrum vulgare</i>	10
<i>Fraxinus ornus</i>	10	<i>Rhamnus alaternus</i>	10
<i>Acer campestre</i>	5	<i>Spartium junceum</i>	10
		<i>Laurus nobilis</i>	10
Totale	50		50

Anche in questo caso, come per la precedente tipologia di ripristino, gli impianti verranno effettuati secondo una distribuzione irregolare delle plantule e conferendo loro una disposizione più naturale possibile. Le essenze arbustive, come la ginestra odorosa, il ginepro comune, l'erica arborea e la ginestra dei carbonai andranno dislocate soprattutto nelle posizioni esterne a contatto con radure o aree aperte (qualora siano presenti).

Per quanto riguarda le formazioni fisionomizzate dall'invasiva Robinia pseudoacacia, gli interventi di ripristino mireranno a ricostituire, nei tratti interessati dalle opere, la vegetazione potenziale del luogo, fondamentalmente attraverso l'impianto di buone specie preparatrici come indicato nella Tab. 5.2/L.

Tab. 5.2/L - Vegetazione arborea ed arbustiva per i popolamenti a robinia

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Ulmus minor</i>	20	<i>Ligustrum vulgare</i>	10
<i>Corylus avellana</i>	10	<i>Euonymus europaeus</i>	10

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 69 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Specie arboree	%	Specie arbustive	%
<i>Acer campestre</i>	10	<i>Prunus spinosa</i>	10
<i>Quercus pubescens</i>	10	<i>Sambucus nigra</i>	10
		<i>Cornus sanguinea</i>	10
Totale	50		50

3° Tipologia: Vegetazione arbustiva e di mantello forestale

L'ipotesi di ripristino si riferisce ai tratti di percorrenza che interferiscono con le formazioni di mantello e arbustive in genere presenti ai margini e nelle radure delle formazioni forestali, con cui risultano in contatto dinamico, ai margini dei campi coltivati, presso sponde scoscese o lungo le sponde stradali, in aree aperte in abbandono.

In questi tratti si andrà a ricostituire lo strato di vegetazione arbustiva insediata spontaneamente e generalmente degradata e banalizzata dalla presenza di neofite invasive. L'uso esclusivo di specie autoctone garantirà la riqualificazione ecologica dei ristretti ambiti di intervento.

La scelta delle specie da utilizzare nei ripristini dovrà essere coerente con la tipologia originaria di vegetazione arbustiva di volta in volta interferita e, di conseguenza, con la vegetazione potenziale del territorio. Per questo motivo vengono di seguito indicate tre tipologie di ripristino delle formazioni arbustive direttamente interferite dai tracciati (Tab. 5.2/M, Tab. 5.2/N e Tab.5.2/O) ponderate in base alla potenzialità, alle condizioni ecologiche ed alle caratteristiche edafiche del territorio.

Gli impianti verranno effettuati secondo una distribuzione irregolare delle plantule in modo da conferire loro una disposizione più naturale possibile.

Tab. 5.2/M - Arbusteti termofili

Specie arbustive	%
<i>Spartium junceum</i>	20
<i>Juniperus communis</i>	20
<i>Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus</i>	10
<i>Lonicera etrusca</i>	10
<i>Rosa sempervirens</i>	10
<i>Colutea arborescens</i>	10
<i>Pyracantha coccinea</i>	10
<i>Emerus major subsp. major</i>	10
	100

Tab. 5.2/N - Arbusteti mesofili

Specie arbustive	%
<i>Prunus spinosa</i>	30

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 70 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

<i>Rubus ulmifolius</i>	20
<i>Cornus sanguinea</i>	20
<i>Euonymus europaeus</i>	10
<i>Crataegus monogyna</i>	10
<i>Ligustrum vulgare</i>	10
	100

Tab. 5.2/O - Arbusteti acidofili

Specie arbustive	%
<i>Erica arborea</i>	30
<i>Erica scoparia</i>	20
<i>Cytisus scoparius</i>	20
<i>Ulex europaeus</i>	10
<i>Cistus salviifolius</i>	10
<i>Spartium junceum</i>	10
	100

4° Tipologia: Boschi di conifere

Lungo le loro percorrenze i tracciati intercettano superfici con impianti artificiali di conifere, *Pinus* sp. pl. e *Cupressus sempervirens*. Per questa tipologia di ripristino, qualora non venga riscontrata una chiara conversione alle latifoglie, si prevede l'impianto delle specifiche essenze arboree riscontrate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 71 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Al fine di collegare univocamente le tipologie di ripristino descritte con la vegetazione riscontrata, in Tab. 5.2/P viene riportata la corrispondenza tra gli interventi di ripristino proposti con le tipologie vegetazionali reali censite lungo il tracciato così come rappresentate nella Carta della Vegetazione Naturale (vedi All. 14 Dis. PG-CVN-101 allegato alla Relazione RE-SIA-001).

Tab. 5.2/P - Corrispondenza tra Tipologie di ripristino proposte e Tipologie di vegetazione riscontrate lungo il tracciato

Tipologia ripristino	Tipologia di vegetazione
Vegetazione ripariale igrofila a <i>Populus nigra</i> , <i>P. alba</i> e <i>Salix alba</i>	<i>Bosco igrofilo ripariale a Populus sp., Salix alba, talvolta con robinia</i>
	<i>Bosco igrofilo ripariale a salice bianco</i>
	<i>Vegetazione igrofila a salici arbustivi pionieri</i>
	<i>Formazione ad acero oppio</i>
	<i>Formazione ad acero oppio e salice bianco</i>
	<i>Formazioni igrofile e mesoigrofile lineari</i>
Vegetazione ripariale mesoigrofila ad ontano nero	<i>Bosco mesoigrofilo ad ontano nero</i>
	<i>Vegetazione alto-arbustiva in evoluzione</i>
Vegetazione arborea ed arbustiva dei boschi termofili di roverella	<i>Bosco termofilo di roverella</i>
	<i>Bosco termofilo di roverella con pino nero</i>
	<i>Formazione ad alloro</i>
	<i>Formazione a roverella talvolta con robinia</i>
Vegetazione arborea ed arbustiva dei boschi mesofili di cerro	<i>Bosco mesofilo a cerro</i>
	<i>Bosco mesofilo a cerro con pino nero</i>
Vegetazione arborea ed arbustiva dei boschi acidofili di cerro con erica arborea e dei boschi acidofili di cerro e roverella	<i>Bosco acidofilo di cerro con erica arborea</i>
	<i>Bosco acidofilo di cerro con erica arborea con pino nero</i>
	<i>Bosco acidofilo di roverella e cerro</i>
	<i>Castagneto acidofilo</i>
Vegetazione arborea ed arbustiva per i popolamenti a robinia	<i>Popolamento nitrofilo a robinia</i>
Arbusteti termofili	<i>Arbusteto di ginestra odorosa</i>
	<i>Arbusteti a ginepro comune</i>
Arbusteti mesofili	<i>Arbusteti mesofili e nitrofilo a prugnolo e rovo</i>
	<i>Vegetazione a canna comune</i>
Arbusteti acidofili	<i>Arbusteto acidofilo ad erica arborea</i>
	<i>Mantello acidofilo a Cytisus scoparius</i>

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 72 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Attività ed opere accessorie al ripristino vegetazionale

Pacciamatura con geotessile in tessuto non tessuto.

È un sistema di pacciamatura localizzata, ottenuta mediante la messa a dimora di uno speciale tessuto; si tratta di un prodotto in nontessuto in fibre vegetali, biodegradabile, morbido naturale ad alta densità e forte persistenza, con durata di 3-4 anni. Si può posizionare intorno alle piantine grazie ad una speciale apertura trasversale; la stabilizzazione del disco al suolo avverrà di preferenza con materiale lapideo reperito in loco. Il prodotto deve essere posizionato il più possibile a contatto con il terreno per evitare l'infiltrazione della luce. L'operazione va effettuata durante la messa a dimora delle piantine.

Recinzioni

Servono a proteggere le giovani piantine dai danni che possono essere provocati dalla presenza di animali selvatici e/o domestici e dal passaggio di persone non autorizzate, fino a quando il rimboscimento non sarà affermato o fino al termine del periodo di manutenzione (vedi Fig.5.2/A)

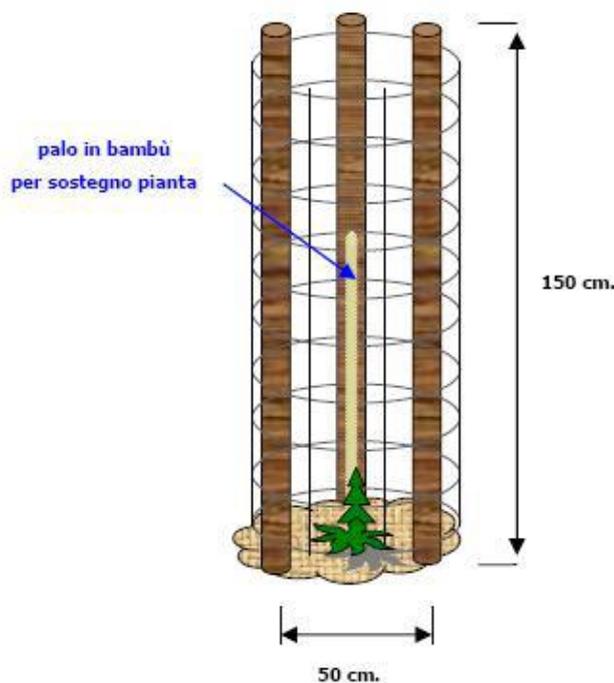


Fig. 5.2/A: Protezione individuale per messa a dimora individui arborei

La protezione sarà realizzata con la posa in opera di paleria in legname di essenza forte (castagno, rovere, robinia, ecc.). Ai pali viene fissata, per tutta la loro altezza, una rete a maglie, indicata in aree con prevalenza di pascolo ovino, in modo tale da non permettere l'accesso agli animali selvatici e domestici.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 73 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Cure colturali al rimboschimento

Le cure colturali saranno eseguite nelle aree rimboschite fino al completo affrancamento, cioè, fino a quando le nuove piante saranno in grado di svilupparsi in maniera autonoma.

Questo tipo di intervento verrà eseguito in due periodi dell'anno; indicativamente primavera e tarda estate, salvo particolari andamenti stagionali.

Le cure colturali consistono nell'esecuzione delle operazioni di seguito elencate:

- l'individuazione preliminare delle piantine messe a dimora, mediante infissione di paletti segnalatori o canne di altezza e diametro adeguato;
- lo sfalcio della vegetazione infestante; questo deve interessare a seconda delle scelte progettuali o tutta la superficie di fascia di lavoro, o un'area intorno al fusto della piantina;
- la zappettatura; questa deve interessare l'area intorno al fusto della piantina;
- il rinterro completo delle buche che per qualsiasi ragione si presentino incassate, compresa la formazione della piazzola in contropendenza nei tratti acclivi;
- l'apertura di uno scolo nelle buche con ristagno di acqua;
- il diserbo manuale, solo se necessario;
- la potatura dei rami secchi;
- ogni altro intervento che si renda necessario per il buon esito del rimboschimento compresa la lotta chimica e non, contro i parassiti animali e vegetali; ivi incluso il ripristino delle opere accessorie (qualora queste siano previste) al rimboschimento (ripristino verticalità tutori, tabelle monitorie, funzionalità recinzioni, verticalità protezioni in rete di plastica e metallica, riposizionamento materiali pacciamanti ecc.).

In fase di esecuzione delle cure colturali, occorre inoltre provvedere al rilevamento delle eventuali fallanze. Il ripristino delle fallanze, da eseguire nel periodo più idoneo, consisterà nel garantire il totale attecchimento del postime messo a dimora. Per far questo si devono ripetere tutte le operazioni precedentemente descritte, compresa la completa riapertura delle buche, mettendo a dimora nuove piantine sane e in buon stato vegetativo.

Una volta verificata la perfetta riuscita dell'operazione di rimboschimento, e scaduti i termini previsti dal periodo di manutenzione post impianto, saranno rimossi tutti gli elementi temporanei eventualmente messi in atto (recinzioni, tutori, protezioni), lasciando all'andamento naturale dell'area, l'integrazione finale del rimboschimento rispetto alla popolazione dell'area.

Interventi di mitigazione degli impianti e dei punti di linea

Presso gli impianti e i punti di linea che saranno realizzati lungo i tracciati in progetto saranno effettuati interventi di mitigazione (mascheramenti) al fine di ridurre la percezione visiva che si potrebbe avere da strade e insediamenti rurali presenti in zona, nonché per il corretto inserimento paesaggistico dei manufatti nel contesto circostante.

Il mascheramento verrà effettuato tenendo conto della destinazione d'uso del terreno in cui è collocato, e soprattutto delle caratteristiche ambientali, paesaggistiche e vegetazionali

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 74 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

dell'area di inserimento. La scelta delle specie da utilizzare tiene conto della vegetazione reale e/o potenziale presente nelle aree limitrofe.

L'intervento consisterà sostanzialmente nella realizzazione di filari misti di specie arboree ed arbustive per le bordure sui quattro lati del manufatto, in cui la disposizione delle essenze verrà effettuata, per quanto su limitate superfici, in modo più naturale e meno geometrico possibile: lo scopo è quello di ricreare la composizione delle siepi interpoderali o comunque delle formazioni vegetazionali spontanee presenti nelle aree adiacenti agli impianti. Il sesto d'impianto teorico utilizzato sarà di 1,5 m x 1,5 m.

Le essenze previste nel progetto di mascheramento comprenderanno specie prevalentemente (ma non esclusivamente) a portamento arbustivo idonee al contesto floro-vegetazionale di intervento, la cui principale caratteristica consisterà nel possedere foglie persistenti, per esaltarne durante tutto l'arco dell'anno l'effetto coprente.

Allo scopo delineato sono state quindi selezionate le seguenti specie:

- Ligustrum vulgare L.
- Rhamnus alaternus L.
- Laurus nobilis L.
- Phyllirea latifolia L.
- Arbutus unedo L.
- Erica arborea L.
- Erica scoparia L.
- Quercus ilex L.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 75 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

6 VERIFICA ALLO SCUOTIMENTO SISMICO

6.1 Verifica Strutturale sulla condotta

I calcoli e le verifiche degli stati tensionali, indotti dallo scuotimento sismico del terreno (shaking) sui tratti rettilinei e curvi della tubazione in occasione di un terremoto (di progetto) concomitante all'esercizio, sono stati elaborati per il previsto spessore della condotta **DN 750 (30")**.

Lo shaking è provocato dalla propagazione delle onde sismiche nel terreno che, impartendo movimenti alle particelle di suolo, sollecitano la tubazione interrata a deformarsi con la stessa deformazione del terreno. Le tensioni indotte dalle onde sismiche sulla tubazione sono variabili sia nel tempo sia con la direzione di propagazione del movimento sismico rispetto l'asse della condotta.

Secondo le indicazioni di studi presentati nella Letteratura tecnica Internazionale, l'azione di contenimento del terreno circostante il tubo permette di trascurare gli effetti dinamici di amplificazione tipici delle strutture in elevazione (Hindy, Novak 1979) e la condotta può considerarsi semplicemente investita da una composizione di onde sinusoidali [ASCE Guidelines] costituito dalle onde di compressione (onde P o primarie), dalle onde di taglio (onde S o secondarie) e dalle onde superficiali (onde R o di Rayleigh).

Nei tratti di tubazione rettilinea le onde P provocano le massime sollecitazioni assiali durante la prima parte del moto; le onde S provocano le massime sollecitazioni di flessione durante la parte centrale del moto (i fenomeni non avvengono quindi contemporaneamente), mentre le onde R trasferiscono al terreno componenti di movimento sia parallelamente che perpendicolarmente la direzione di propagazione dell'onda.

In rispetto al D.M. del 17 aprile 2008, le verifiche sismiche sono state eseguite facendo riferimento ai paragrafi 7.4.1.2 e 7.4.1.3 e all'allegato E della norma EN 1594 "Gas Supply Systems – Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar – Functional requirements", edizione 2009.

La metodologia di verifica applicata è congruente con le indicazioni della EN 1594 che, nell'annex E richiama le "GUIDELINES FOR THE SEISMIC DESIGN OF OIL AND GAS PIPELINE SYSTEMS" delle ASCE.

Queste ultime sono ritenute sufficientemente conservative poiché considerano la simultaneità dell'azione (e quindi del relativo massimo effetto) delle onde P, S e R, trascurando inoltre (nei tratti rettilinei) l'interazione trasversale tra tubo e terreno che riduce le deformazioni trasmesse dal suolo alla condotta. L'interazione tubo-terreno è invece considerata nell'analisi dei tratti di tubazione curvi.

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al paragrafo 3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (2018).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 76 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

6.2 Dati di Input

Sulla base dei dati relativi all'analisi di pericolosità dell'intero tracciato si è stimata la massima accelerazione orizzontale, a_g , del terreno a seguito dell'evento sismico di progetto.

È stata considerata una vita nominale $V_n = 50$ anni ed una classe d'uso IV (coefficiente d'uso $c_u = 2$).

Per la determinazione dei parametri sismici si fa riferimento a un tempo di ritorno T_r pari a 949 anni, calcolato in riferimento allo stato limite ultimo SLV, ovvero con una probabilità di superamento P_{VR} pari al 10%.

In Tabella 1 sono riportati i valori di a_g/g , F_o , T_c^* calcolati lungo tutto il tracciato della linea. Tali valori sono stati ricavati prendendo a riferimento i punti in cui sono state eseguite le prove geofisiche MASW (Ref. Doc. RE-GEO-004 Report indagini geofisiche) e comunque considerando un passo non superiore ai 5.5. Questa considerazione è dovuta al fatto che i valori di tali parametri sismici sono ottenuti come interpolazione dei valori fissati nei singoli punti di una maglia quadrata di dimensioni pari a 5,5 km. L'utilità di prendere a riferimento i punti in cui sono state eseguite le prove MASW è quella di conoscere la categoria di sottosuolo a cui far riferimento per la determinazione dei parametri sismici. La categoria di sottosuolo e la categoria topografica di ciascun punto sono altresì riportate in Tabella 1.

In Tabella 2 sono quindi riassunti i dati dell'azione sismica necessari per la verifica a scuotimento. Per i tre parametri a_g/g , F_o , T_c^* sono scelti i valori massimi ottenuti dalla Tabella 1, per categoria di sottosuolo e topografica sono scelte quelle che massimizzano l'azione sismica. Seguendo le indicazioni delle Guidelines (ASCE 1984), per un terreno mediamente denso è stata considerata una velocità apparente delle onde Sismiche nel suolo pari circa 900m/sec.

In Tabella 3 e in Tabella 4 sono riassunte le caratteristiche geometriche e dei materiali utilizzati per le tubazioni in esame, rispettivamente per i tratti rettili e per quelli curvi. Le caratteristiche del terreno di riempimento della trincea, nei confronti del quali si realizza l'interazione tubo-terreno sono riportate in Tabella 5. Si considera lo spessore minimo di ricoprimento H pari a 1.5 m: è possibile dimostrare, infatti, che all'aumentare dell'altezza del terreno al di sopra del tubo si riducono le tensioni indotte su di esso dal sisma.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 77 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tabella 1 Parametri sismici valutati per $T_r = 949$ anni

Punto	Pk	Long	Lat	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]	Categoria di sottosuolo	Categoria topografica
inizio tracciato	0+000	12.09435006	43.57900014	0.2815	2.3931	0.3081	C	T1
MASW1	4+500	12.05502942	43.55126158	0.2680	2.4040	0.3058	C	T1
MASW2	7+000	12.02760377	43.54809402	0.2590	2.4040	0.3056	B	T1
MASW3	10+000	11.9941907	43.54205105	0.2460	2.4010	0.3064	B	T3
MASW4	12+000	11.97536178	43.53941971	0.2392	2.3985	0.3069	B	T3
MASW5	12+500	11.96954376	43.53761203	0.2368	2.3987	0.3070	B	T3
MASW6	14+000	11.96210732	43.52840747	0.2322	2.4011	0.3069	B	T3
MASW7	17+000	11.92737144	43.52062795	0.2195	2.4045	0.3073	B	T1
MASW8	22+500	11.86945526	43.51786179	0.2038	2.4091	0.3069	B	T1
MASW9	23+500	11.85641757	43.51900677	0.2009	2.4098	0.3069	B	T1
MASW10	27+000	11.82241466	43.51057751	0.1928	2.4167	0.3049	C	T1
MASW11	28+500	11.80968538	43.51946453	0.1905	2.4162	0.3067	B	T1
MASW12	29+000	11.80413578	43.52333738	0.1895	2.4163	0.3074	B	T1
MASW13	33+000	11.76719385	43.5321046	0.1818	2.4226	0.3084	B	T1
MASW14	38+500	11.71628657	43.55231801	0.1732	2.4202	0.3113	B	T1
MASW15	39+500	11.70475453	43.5484024	0.1710	2.4210	0.3110	B	T1
MASW16	40+000	11.70055219	43.54781331	0.1702	2.4211	0.3110	B	T1
MASW17	40+500	11.69251207	43.54574919	0.1690	2.4211	0.3107	B	T1
MASW18	41+500	11.68366288	43.54776407	0.1681	2.4197	0.3107	C	T1
MASW19	43+500	11.66877258	43.5548611	0.1666	2.4165	0.3111	B	T1
fine tracciato	45+000	11.64304444	43.55926389	0.1640	2.4121	0.3109	B	T1

Max	0.2815	2.4226	0.3113	C	T3
------------	---------------	---------------	---------------	----------	-----------

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 78 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tabella 2 Dati sismici per verifica scuotimento sismico

Dati sismici			
	Variabili	unità	
Accelerazione orizzontale massima del sito	a_g/g		0.281
Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	F_0		2.423
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	T_c^*	sec	0.311
Periodo fondamentale corrispondente al tratto dello spettro a velocità costante	T_c	sec	0.48
Categoria Sottosuolo	C_s		C
Categoria Topografica	C_T		T3
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_s		1.291
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T		1.200
Massima accelerazione del terreno attesa per il terremoto SLV	a_{max}	m/s^2	4.277
Massima Accelerazione Normalizzata rispetto alla gravità	a_{max}/g		0.436
Massima velocità del terreno attesa per il terremoto SLV	v_g	m/s	0.329
Velocità Apparente onde Sismiche	C	m/s	900

Tabella 3 Dati geometrici tubi rettilinei DN750

Dati Geometrici tubi rettilinei			
	Variabili	unità	
Materiale tubazione			L415MB
Diametro Nominale	DN		750
Diametro Interno	D_i	mm	733.40
Spessore tubo di linea	t	mm	14.30
Diametro Esterno	D_e	mm	762.00
Pressione interna di progetto	P	bar	75
Variazione di temperatura	ΔT	$^{\circ}C$	45
Modulo elastico	E	Mpa	205000
Coefficiente di Poisson	ν		0.3
Tensione Snervamento Materiale Tubazione	σ_y	Mpa	415

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 79 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tabella 4 Dati geometrici tubi curvi DN750

Dati Geometrici tubi curvi			
	Variabili	unità	
Materiale tubazione			L415MB
Diametro Nominale	DN		750
Diametro Interno	Di	mm	733.4
Spessore tubo delle curve	t	mm	14.3
Diametro Esterno	De	mm	762.00
Pressione interna di progetto	P	bar	75
Variazione di temperatura	ΔT	°C	45
Modulo elastico	E	Mpa	205000
Coefficiente di Poisson	ν		0.3
Tensione Snervamento Materia Tubazione	σ_y	Mpa	415
Momento d'inerzia della sezione trasversale del tubo	I	mm ⁴	2348215265
Area della sezione trasversale del tubo	A_p	mm ²	33590
Raggio curve 7DN	r_0	mm	5250.0
Raggio tubazione	R	mm	381.0

Tabella 5 Dati terreno di rinterro trincea

Dati Terreno			
Altezza minima di ricoprimento	H	m	1.5
Peso specifico del terreno di rinterro	γ	kN/m ³	18
Modulo di reazione del suolo	k_0	Mpa	25
Angolo di attrito terreno	ϕ'	°	30.00
Angolo di attrito terreno tubo ($2/3\phi'$)	δ	°	20.00
coefficiente di pressione del suolo a riposo	K_0		0.50

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 80 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

6.3 Calcolo delle tensioni sulla condotta e verifica

Elemento di tubazione rettilineo

Per la verifica dei tratti rettilinei della tubazione si applicano i criteri di verifica proposti nelle Guidelines (ASCE 1984), ovvero si trascura l'interazione tubo-terreno così da ottenere valori conservativi dello stato tensionale indotto sulla tubazione. L'ipotesi che la tubazione rettilinea si deformi come il suolo circostante a seguito del passaggio dell'onda sismica, rende pressoché indipendente il risultato delle tensioni indotte dallo spessore del tubo. In Tabella 6 sono riassunte le tensioni dovute al sisma calcolate per la tubazione rettilinea.

Le tensioni assiali $\sigma_{a,S}$ e di flessione $\sigma_{b,S}$ indotte dalle onde di taglio S, obliquamente incidenti l'asse della condotta, sono pari rispettivamente

$$\sigma_{a,S} = \pm E \frac{v}{C} \sin \theta \cdot \cos \theta$$

$$\sigma_{b,S} = \pm ER \frac{a}{C^2} \cos^3 \theta$$

dove E è il modulo elastico dell'acciaio, R il raggio esterno del tubo, v la massima velocità e a la massima accelerazione del terreno attesa per il terremoto (SLV), C la velocità apparente delle onde sismiche e θ l'angolo di incidenza tra l'asse della tubazione e la direzione di propagazione del moto sismico. I valori massimi delle tensioni $\sigma_{a,S}$ e $\sigma_{b,S}$ si ottengono rispettivamente per $\theta = 45^\circ$ e $\theta = 0^\circ$ per cui risulta

$$\sigma_{a,S} = \pm E \frac{v}{2C}$$

$$\sigma_{b,S} = \pm ED \frac{a}{2C^2}$$

con D pari al diametro esterno del tubo.

Le tensioni assiali $\sigma_{a,P}$ e di flessione $\sigma_{b,P}$ indotte dalle onde di compressione P, sono pari rispettivamente a

$$\sigma_{a,P} = \pm E \frac{v}{C} \cos^2 \theta$$

$$\sigma_{b,P} = \pm ED \frac{a}{2C^2} \sin \theta \cos^2 \theta$$

e attingono al loro valore massimo rispettivamente per $\theta = 0^\circ$ e $\theta = 35^\circ 16'$, per cui risulta

$$\sigma_{a,P} = \pm E \frac{v}{C}$$

$$\sigma_{b,P} = \pm 0.385 ED \frac{a}{2C^2}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 81 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Analogamente, le massime tensioni assiali $\sigma_{a,R}$ e di flessione $\sigma_{b,R}$ indotte dalle onde superficiali di Rayleigh R risultano pari a

$$\sigma_{a,R} = \pm E \frac{v}{C}$$

$$\sigma_{b,P} = \pm ED \frac{a}{2C^2}$$

Le 6 componenti di tensione così calcolate, 3 assiali e 3 flessionali, sono quindi conservativamente combinate utilizzando il metodo della radice quadrata della somma dei quadrati (Square Route Square Sum method, SRSS) secondo il quale

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_{a,S}^2 + \sigma_{a,P}^2 + \sigma_{a,R}^2}$$

$$\sigma_b = \sqrt{\sigma_{b,S}^2 + \sigma_{b,P}^2 + \sigma_{b,R}^2}$$

e la somma di σ_a e di σ_b restituisce, infine, la massima tensione longitudinale dovuta all'evento sismico $\sigma_{sism,L}$.

La tensione equivalente con sisma σ_{vS} è determinata combinando alla tensione sismica longitudinale massima $\sigma_{sism,L}$ (-) le tensioni di compressione dovute all'espansione termica impedita $\sigma_{\Delta t,L}$ (-) e le tensioni legati alla pressione interna del tubo nelle due componenti longitudinali $\sigma_{p,L}$ di compressione (-) e circonferenziali $\sigma_{p,C}$ di trazione (+). La tensione equivalente con sisma σ_{vS} è quindi calcolata secondo la formula

$$\sigma_{vS} = \sqrt{(\sigma_{\Delta t,L} + \sigma_{p,L} + \sigma_{sism,L})^2 - (\sigma_{\Delta t,L} + \sigma_{p,L} + \sigma_{sism,L}) \cdot \sigma_{p,C} + \sigma_{p,C}^2}$$

in cui

$$\sigma_{\Delta t,L} = \alpha \cdot \Delta T \cdot E$$

con α pari a 0.000012 [1/C°]

$$\sigma_{p,L} = v \frac{P \cdot D}{2t}$$

dove P è la pressione interna del tubo e t il suo spessore e v il coefficiente di Poisson

$$\sigma_{p,C} = \frac{P \cdot D}{2t}$$

In accordo al paragrafo 7.4.1.3 della Norma EN 1594 (edizione 2009) la suddetta tensione equivalente σ_{vS} è confrontata con il 100% della tensione di snervamento σ_y del materiale della tubazione. Si definisce quindi il fattore di utilizzazione F pari al rapporto tra σ_{vS} e σ_y : la verifica a scuotimento sismico risulta soddisfatta se tale fattore F risulta inferiore all'unità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 82 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Basandosi sulla “good engineering practice”, si verifica inoltre la distanza rispetto all’insorgere di fenomeni instabilità locali di parete nel caso in cui si abbia una deformazione longitudinale di compressione ε . Nel caso specifico, la deformazione massima ε_{VS} dovuta alla tensione equivalente con sisma σ_{VS} è messa a confronto con la deformazione di compressione critica ε_{cr} in corrispondenza della quale si verificano fenomeni di instabilità locale e definita come

$$\varepsilon_{cr} = 0,35 \frac{t}{D-t}$$

La verifica è soddisfatta per $\varepsilon_{VS} < \varepsilon_{cr}$.

Tabella 6 Elemento di tubazione rettilineo DN 750

Tensioni dovute al sisma			
Tensioni assiali Onde di Taglio	σ_{aS}	Mpa	-37.45
Tensioni flessionali Onde di Taglio	σ_{bS}	Mpa	-0.41
Tensioni assiali Onde di Pressione	σ_{aP}	Mpa	-74.90
Tensioni flessionali Onde di Pressione	σ_{bP}	Mpa	-0.16
Tensioni assiali Onde Superficiali di Rayleigh R	σ_{aR}	Mpa	-74.90
Tensioni flessionali Onde di Superficiali di Rayleigh R	σ_{bR}	Mpa	-0.41
Tensioni assiali	σ_a	Mpa	-112.35
Tensioni flessionali	σ_b	Mpa	-0.60
Tensione longitudinale massima di compressione dovuta al sisma	$\sigma_{sism,L}$	Mpa	-112.95
Analisi tensionale			
Tensione compressione espansione termica impedita	$\sigma_{\Delta t,L}$	Mpa	-110.70
Tensione trazione dovuto alla pressione interna	$\sigma_{P,L}$	Mpa	59.95
Tensione trazione circonferenziale dovuto alla pressione interna	$\sigma_{P,C}$	Mpa	199.83
Tensione equivalente con sisma	σ_{VS}	Mpa	315.34
fattore utilizzazione	F		0.76
Verifica Instabilità			
Deformazione Massima	ε_{VS}		0.0015
Deformazione Critica	ε_{cr}		0.0070
tasso di lavoro	F		0.22

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 83 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Elemento di tubazione curvo

In Tabella 7 sono riportati tutti i dati necessari alla verifica allo scuotimento dei tratti curvi della tubazione. Contrariamente al caso di tubo rettilineo, nell'analisi dello stato tensionale causato dall'azione sismica terremoto sugli elementi curvi della condotta l'interazione tra tubo e terreno non può essere trascurata.

Il moto sismico è assunto parallelo a uno dei tratti rettilinei della curva. Con L' è indicata la lunghezza di scorrimento della tubazione nel terreno su cui agisce la forza di attrito t_u (ASCE 1984). L' e t_u sono definite come

$$L' = \frac{4A_p E \lambda}{3k_o} \left[\sqrt{1 + \frac{3 \varepsilon_{\max} k_o}{2 t_u \lambda}} - 1 \right]$$

$$t_u = \frac{\pi D}{2} \gamma H (1 + K_o) \operatorname{tg} \delta + W_p \operatorname{tg} \delta$$

dove A_p indica l'area della sezione trasversale della tubazione, k_o il modulo di reazione del terreno, ε_{\max} la massima deformazione del terreno, δ l'angolo d'attrito tubo-terreno, mentre il parametro λ è definito come

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k_o}{4EI}}$$

con I pari al momento d'inerzia della sezione trasversale tubo e K_o al coefficiente di spinta a riposo del terreno.

Si definisce quindi lo spostamento Δ sulla curva dovuto allo scorrimento della stessa nel terreno, definito come

$$\Delta = \frac{\varepsilon_{\max} L' - \frac{t_u L'^2}{2A_p E}}{1 + \frac{k_o L'}{2\lambda A_p E} + 2 \frac{\lambda^2 L' I}{\pi A_p r_o}}$$

dove r_o è il raggio di curvatura dell'elemento curvo.

La tensione assiale σ_a e la tensione di flessione σ_b sulla curva dovute rispettivamente alla forza S al momento flettente M sono pari a

$$\sigma_a = \frac{S}{A_p}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 84 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

$$\sigma_b = K_1 \frac{MD}{2I}$$

La forza assiale S sul tratto rettilineo longitudinale (parallelo alla direzione del movimento del movimento sismico) è definita come

$$S = \Delta \left(\frac{k_o}{2\lambda} + \frac{2\lambda^2 K^* EI}{r_o \pi} \right)$$

con

$$K^* = 1 - \frac{9}{10 + 12(tr_o/R^2)^2}$$

e il momento flettente sulla curva è invece dato da

$$M = \Delta \frac{2\lambda K^* EI}{r_o \pi}$$

K_1 è il fattore di intensificazione dello stress, con espressione

$$K_1 = \frac{2}{3K^*} \left\{ 3 \left[\frac{6}{5 + 6(tr_o/R^2)^2} \right] \right\}^{-1/2}$$

La verifica quindi segue i criteri riportati precedentemente per il caso di tubo rettilineo. La deformazione sismica è trasferita all'elemento curvo unitamente agli effetti della pressione interna, temperatura e gravità. Negli elementi curvi la tensione longitudinale di trazione dovuto alla pressione interna $\sigma_{p,s}$ è dato dall' espressione

$$\sigma_{p,s} = \frac{P \cdot D}{4t}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 85 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Tabella 7 Elemento di tubazione curvo DN 750

Elaborazione			
	λ	1/mm	0.0003
Deformazione Max del terreno	ϵ_{max}		0.0004
Lunghezza di scorrimento della tubazione	L'	mm	97158
Forza d'attrito	t_u	N/mm	18.6
Spostamento sulla curva dovuto allo scorrimento nel terreno	Δ	mm	27.6
	K^*		0.3
Forza assiale sul tratto rettilineo longitudinale	S	kN	1080.85
Momento flettente sulla curva	M	kNm	173.36
Fattore di intensificazione dello stress	K1		1.27
Tensione assiale sulla curva dovuta alla forza S	σ_{aS}	Mpa	32.18
Tensione di flessione sulla curva dovuta al momento flettente M	σ_{oS}	Mpa	35.64
Dati sismici			
Tensioni assiali	σ_{aR}	Mpa	-32.18
Tensioni flessionali	σ_{oR}	Mpa	-35.64
Tensione longitudinale massima di compressione dovuta al sisma	$\sigma_{sism,L}$	Mpa	-67.82
Analisi tensionale			
Tensione compressione espansione termica impedita	σ_{dtL}	Mpa	-110.70
Tiro di fondo	$\sigma_{p,S}$	Mpa	99.91
Tensione trazione circonferenziale dovuto alla pressione interna	$\sigma_{p,C}$	Mpa	192.33
Tensione equivalente	σ_V	Mpa	197.94
fattore utilizzazione	F		0.48
Tensione equivalente con sisma	σ_{vS}	Mpa	241.43
fattore utilizzazione	F		0.58
Verifica Instabilità			
Deformazione Massima	ϵ_{vS}		0.0012
Deformazione Critica	ϵ_{cr}		0.0070
tasso di lavoro	F		0.17

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 86 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

6.4 CONCLUSIONI

Le verifiche sismiche eseguite consentono di garantire la conformità della condotta di gas in progetto **DN 750** ai requisiti del D.M. del 17.04.2008 (ovvero della norma EN 1594 in esso richiamata e quindi ai criteri delle linee guida sismiche nelle "Guidelines for Seismic Design of Oil Pipeline Systems delle ASCE, richiamate nella Ref. 2 dell'annex E), nei confronti del movimento sismico del suolo (scuotimento o shaking) provocato da un evento sismico caratterizzato da un picco di accelerazione massimo a_{max} del terreno (PGA) pari a **0.436g** corrispondente allo Stato Limite di Vita per $T_r = 949$ anni (Ref. Doc. DM 17 gennaio 2018).

I risultati delle analisi presentate nei paragrafi precedenti hanno evidenziato l'idoneità dello spessore della tubazione a sopportare le sollecitazioni trasmesse dal movimento del terreno durante l'evento sismico, risultando infatti il massimo fattore di utilizzazione ottenuto dalle analisi pari a **F = 0.76 < 1**.

Dai risultati si evince pure che in nessun caso, per effetto dello shaking, i valori di tensione calcolati si avvicinano alla resistenza a rottura dell'acciaio costituente la condotta in progetto. Gli spessori delle tubazioni, sia nei tratti rettilinei che in quelli in curva, sono pertanto idonei ad assorbire le sollecitazioni sismiche trasmesse.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 87 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

7 STIMA ECONOMICA DI PROGETTO

Di seguito si fornisce la Stima Economica di Progetto relativa al "Metanodotto Sansepolcro-Terranuova Bracciolini, DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse".

		METANODOTTO: SAN SEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	
PRELIMINARE PER INVESTIMENTO		QUADRO ECONOMICO RIEPILOGATIVO GENERALE	
LINEA PRINCIPALE E LINEE SECONDARIE			
A	MATERIALI		
A1	<u>MATERIALI E TRASPORTI</u>	TOTALE A - MATERIALI	€ 13.496.567
B	SERVIZI		
B1	<u>SERVIZI - Ingegneria-Indagini-Direzione Lavori</u>	TOTALE B1 - SERVIZI	€ 8.072.016
B2	<u>SERVIZI - Permessi</u>	TOTALE B2 - SERVIZI	€ 4.908.046
C	COSTRUZIONE LINEE - IMPIANTI - OP.COMPLEMENTARI		
C1	<u>COSTRUZIONE LINEE</u>	TOTALE C1 - COSTRUZ LINEE	€ 41.494.605
C2	<u>COSTRUZIONE IMPIANTI</u>	TOTALE C2 - COSTR IMPIANTI	€ 2.717.246
C3	<u>OPERE COMPLEMENTARI</u>	TOTALE C3 - COSTR OP COMPLEM	€ 4.668.780
D	DISMISSIONE LINEE - IMPIANTI - OP.COMPLEMENTARI		
D1	<u>DISMISSIONE LINEE E IMPIANTI</u>	TOTALE D1 - DISMISS. LINEE	€ 4.250.856
D2	<u>OPERE COMPLEMENTARI</u>	TOTALE D2 - COSTR OP COMPLEM	€ 962.181
E	COSTI DELLA SICUREZZA		
E1	<u>SULLA COSTRUZIONE E SULLA DISMISSIONE</u>	TOTALE E1 - COSTI SICUREZZA	€ 3.854.782
F	COSTI INTERNI		
F1	<u>SU CANTIERE-PERMESSI-MATERIALI</u>	TOTALE F1 - COSTI INTERNI	€ 2.199.147
G	VARIE ED IMPREVISTI		
G	<u>VARIE ED IMPREVISTI - Materiali - Servizi - Costruzione - Dismissione</u>	TOTALE G VARIE ED IMPREVISTI	€ 1.504.179
TOTALE LINEE PRINCIPALI E SECONDARIE			€ 88.128.405

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 88 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

8 ALLEGATI

1 SP-100 **Schema di Progetto**

2 **Disegni tipologici di progetto**

- ST-200 ELENCO DISEGNI TIPOLOGICI
- ST-001 AREA DI PASSAGGIO NORMALE E RISTRETTA
- ST-005 AREA DI PASSAGGIO (PARALLELISMO CON TUBAZIONE ESISTENTE)
- ST-012 SEGNALAZIONE CONDOTTE ESISTENTI
- ST-013 AREA DI PASSAGGIO CONDOTTA DA RIMUOVERE
- ST-015 SEZIONE TIPO DELLO SCAVO E RETE DI SEGNALAZIONE
- ST-040 DEFINIZIONE PER ATTRAVERSAMENTO STRADALE
- ST-041 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI AUTOSTRADE E STRADE AD ESSE ASSIMILABILI
- ST-042 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI STRADE DI CATEGORIA "A"/"B"
- ST-044 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI STRADE DI CATEGORIA "C"/"D"
- ST-045 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI FERROVIE
- ST-048 ATTRAVERSAMENTO TIPO CORSI D'ACQUA MINORI A CIELO APERTO
- ST-049 ATTRAVERSAMENTO TIPO CORSI D'ACQUA MINORI TRIVELLATI
- ST-050 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI FOSSI DI SCOLO PRIVATI E SCOLINE
- ST-052 ATTRAVERSAMENTO DI ACQUEDOTTI METALLICI (ESCLUSI QUELLI PER IRRIGAZIONE)
- ST-053 ATTRAVERSAMENTO DI ACQUEDOTTI METALLICI PER IRRIGAZIONE
- ST-055 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE IN CONTENITORI PER CAVI
- ST-056 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE PRIVI DI CONTENITORI
- ST-057 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI GASDOTTI – OLEODOTTI CONDOTTE DI TRASPORTO PER GPL E GNL
- ST-058 ATTRAVERSAMENTO TIPO DI FOGNATURE E CANALI COPERTI PER UNA LUNGHEZZA > 30 M
- ST-060 PARTICOLARE DI MONTAGGIO TUBO DI SFIATO (DN 80)
- ST-080 FASCINATE
- ST-081 "OPERE DI CONTENIMENTO" PALIZZATE

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 89 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

- ST-092 "OPERE DI CONTENIMENTO" MURO CELLULARE IN LEGNAME A DOPPIA PARETE
- ST-093 DIFESA SPONDALE CON SCOGLIERA IN MASSI
- ST-096 "OPERE DI CONTENIMENTO" MURO GRADONATO IN GABBIONI
- ST-100 "OPERE DI CONTENIMENTO" MURO DI CONTENIMENTO IN C.A.
- ST-101 "OPERE DI CONTENIMENTO" PARATIA DI PALI TRIVELLATI
- ST-105 OPERE DI DRENAGGIO LETTO DI POSA DRENANTE
- ST-106 OPERE DI DRENAGGIO TRENCEA DRENANTE
- ST-112 "SISTEMAZIONI IDRAULICHE" CANALETTE IN TERRA E/O PIETrame
- ST-114 "SISTEMAZIONI IDRAULICHE" CUNETTA IN MASSI
- ST-123 "SISTEMAZIONI IDRAULICHE" RICOSTITUZIONE SPONDALE CON GABBIONI
- ST-126 "SISTEMAZIONI IDRAULICHE" RICOSTRUZIONE SPONDALE IN MASSI E RIVERDIMENTO
- ST-130 "SISTEMAZIONI IDRAULICHE" RICOSTITUZIONE ALVEO CON MASSI
- ST-135 "SISTEMAZIONI IDRAULICHE" DIFESA TRASVERSALE IN MASSI
- ST-160 SEZIONI TIPO PER STRADE DI ACCESSO
- ST-170 "OPERE COMPLEMENTARI" CUNICOLO IN CALCESTRUZZO REALIZZATO IN OPERA SU CANALETTA SAGOMANTA IN PLASTICA
- ST-172 ARMADIO DI CONTROLLO IN VETRORESINA
- ST-173 CARTELLO SEGNALATORE
- ST-177 FASCE DI SERVITU'
- ST-181 "OPERE COMPLEMENTARI" EDIFICIO USO TELECOMANDO E TELEMISURE TIPO B5 (IN C.A.)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 90 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

Impianti di Linea

Linea principale DN 750 (30")

- ST-201 PIDI n.1 - AREA IMPIANTISTICA DI SANSEPOLCRO
- ST-202 PIDI n.2 ANGIARI Loc. PIETTO
- ST-203 PIL n.3 ANGIARI Loc. SAN BARTOLOMEO
- ST-204 PIDI n.4 AREZZO Loc. LA CASINA
- ST-205 PIDI 5 AREZZO Loc. LE BASSE
- ST-206 PIDI n.6 CASTIGLION FIBOCCHI Loc. CASINA DEI CARDI
- ST-207 PIDI n.7 LORO CIUFFENNA Loc. MONTICELLO
- ST-208 STAZIONE L/R n.8 - AREA IMPIANTISTICA DI TERRANUOVA BRACCIOLINI

Allacciamenti

- ST-209 PIDS CAPOLONA Loc. CASTELLUCCIO

3 ATTRAVERSAMENTI

- DIS-AT-001 MICROTUNNEL FIUME TEVERE (Prog. Km 0,685)
- DIS-AT-002 MICROTUNNEL LA FORNACE (Prog. Km 4,865)
- DIS-AT-003 MICROTUNNEL TAVERNELLE (Prog. Km 6,571)
- DIS-AT-004 MICROTUNNEL BARGELLINO (Prog. Km 7,325)
- DIS-AT-005 MICROTUNNEL LA GINEPRAIA (Prog. Km 12,013)
- DIS-AT-006 TORRENTE AGNA (Prog. Km 39,725)
- DIS-AT-007 MICROTUNNEL FIUME ARNO (Prog. Km 27,178)
- DIS-AT-008 T.O.C. "SAN GIUSTINO" (Prog. Km 40,631)
- DIS-AT-009 S.R. n.71 e Ferrovia Casentinese (Prog. Km 22,461)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-002	
	PROGETTO / IMPIANTO RIF. MET. SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI DN 750 (30") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Pag. 91 di 91	Rev. 0

TPIDL: 082669C-100-RT-3220-017

9 ANNESSI

- A RE-GEO-001 RELAZIONE GEOLOGICA**
- B RE-CI-001 RELAZIONE IDROGEOLOGICA**
- C RE-GEO-002 RELAZIONE GEOTECNICA**
- D RE-CIV-001 STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA** Attraversamento in subalveo del FIUME TEVERE
- E RE-CIV-002 STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA** Attraversamento in subalveo del TORRENTE SOVARA
- F RE-CIV-003 STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA** Attraversamento in subalveo del FIUME ARNO
- G RE-CIV-004 RELAZIONE TECNICA DI ANALISI DELLE CONDIZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA** Interferenze tra i metanodotti in progetto con le aree censite a Bassa Pericolosità da alluvione fluviali (P1), ai sensi del PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale
- H RE-CIV-005 RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE METODOLOGIE OPERATIVE PREVISTE PER LA DISMISSIONE** Analisi generale delle interferenze tra i metanodotti in dismissione con le aree censite di pericolosità da alluvione fluviali, ai sensi del PGRAAC del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale
- I RE-CIV-006 RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE METODOLOGIE OPERATIVE PREVISTE PER LA DISMISSIONE** Analisi generale delle interferenze tra i metanodotti in dismissione con le aree censite di pericolosità da alluvione fluviali, ai sensi del PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale
- J RE-SIS-001 STUDIO SISMICO**
- K RE-CIV-010 VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO**
- L RE-PAI-001 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA TRATTI DI COMPETENZA DELLE AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALI DELL'APPENNINO CENTRALE E SETTENTRIONALE**
- M RE-GEO-003 REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE**
- N RE-GEO-004 REPORT INDAGINI GEOFISICHE**