

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 1 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

**Rifacimento metanodotto Livorno – Piombino**  
**DN 750 (30"), DP 75 bar**  
**ed opere connesse**

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

**ATTRAVERSAMENTI CON METODOLOGIE TRENCHLESS**  
**SCHEDE TECNICHE DI PROGETTO**

0	Emissione	Roccheggiani	Onori	Santi	Feb. '22
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 2 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>4</b>
	1.1 Premessa	4
	1.2 Scopo e contenuti del documento	4
	1.3 Abbreviazioni	4
	1.4 Elaborati di progetto di riferimento	4
<b>2</b>	<b>CRITERI PER LA DEFINIZIONE DEL TRACCIATO E DEGLI ATTRAVERSAMENTI IN TRENCHLESS</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE METODOLOGIE TRENCHLESS</b>	<b>9</b>
	3.1 Generalità	9
	3.2 Sistema costruttivo "Microtunnel"	9
	3.2.1 <u>Fasi di costruzione</u>	9
	3.2.2 <u>Il metodo costruttivo MT</u>	10
	3.2.3 <u>Installazione della condotta</u>	11
	3.3 Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C.)	12
	3.3.1 <u>Sequenza delle fasi di costruzione</u>	12
	3.3.2 <u>Metodo costruttivo</u>	12
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELLE OPERE TRENCHLESS</b>	<b>14</b>
	4.1 Sintesi delle caratteristiche di progetto	14
	4.2 Schede tecniche di progetto delle opere Trenchless	20
	4.2.1 <u>T.O.C. FRESCOBALDI</u>	21
	4.2.2 <u>T.O.C. TORA</u>	23
	4.2.3 <u>T.O.C. MORRA</u>	25
	4.2.4 <u>T.O.C. PANPERSA</u>	27
	4.2.5 <u>T.O.C. CAMPO AL RENA</u>	29
	4.2.6 <u>T.O.C. FIUME FINE</u>	31
	4.2.7 <u>T.O.C. MALANDRONE</u>	33
	4.2.8 <u>T.O.C. VIA POTENZA</u>	35
	4.2.9 <u>Microtunnel CECINA</u>	37
	4.2.10 <u>T.O.C. PODERE CENCINI</u>	39
	4.2.11 <u>T.O.C. PODERE CARLI</u>	41

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 3 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

4.2.12	<u>T.O.C. MADONNA</u>	43
4.2.13	<u>T.O.C. POGGIALI</u>	45
4.2.14	<u>T.O.C. CAMILLA</u>	47
4.2.15	<u>T.O.C. CARESTIA VECCHIA</u>	49
4.2.16	<u>T.O.C. STRADA FERRUGGINI</u>	51
4.2.17	<u>T.O.C. BOLGHERI</u>	53
4.2.18	<u>T.O.C. PODERE LE COLONNE</u>	55
4.2.19	<u>T.O.C. BOTRO AI FICHI</u>	57
4.2.20	<u>T.O.C. PODERE VILLA MAGNA</u>	59
4.2.21	<u>Microtunnel POGGIO CERVALESI</u>	61
4.2.22	<u>T.O.C. PODERE SAN BERNARDO</u>	63
4.2.23	<u>T.O.C. PODERE CONTE ASCANIO</u>	65
4.2.24	<u>T.O.C. PODERE CONTE GIUSEPPE</u>	67
4.2.25	<u>T.O.C. CORNIA</u>	69
4.2.26	<u>T.O.C. Fiume Fine</u>	71

<b>5</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>73</b>
----------	----------------------------------	-----------

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 4 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

Nell'ambito della progettazione del "Rifacimento del Metanodotto Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse", sono previsti 26 attraversamenti da costruire utilizzando le metodologie *Trenchless*. Nello specifico, le metodologie costruttive previste sono quelle del *Microtunnelling* e della *Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.)*.

### 1.2 Scopo e contenuti del documento

Lo scopo del presente documento è fornire per mezzo di schede tecniche, un quadro sintetico delle caratteristiche geometriche delle opere *Trenchless* e delle caratteristiche geologiche dei terreni interessati dai lavori di costruzione.

Le schede individuano anche le interferenze con le aree censite all'interno dei Piani per l'Assetto Idrogeologico sviluppati dalle Autorità di Bacino competenti. Inoltre, a ciascun attraversamento, viene attribuito un livello di complessità di costruzione, definito in funzione delle caratteristiche geometriche dell'attraversamento e da quelle geologiche dei terreni interessati. Tuttavia, il livello indicato non può essere ritenuto esaustivo in quanto un giudizio definitivo sarà stabilito all'interno dei documenti di progetto specifici.

### 1.3 Abbreviazioni

CARG	CARtografia Geologica
CTR	Carta Tecnica Regionale
DI	Diametro Interno
TOC	Trivellazione orizzontale Controllata
IFFI	Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia
MT	MicroTunnel
PAI	Piano per l'Assetto Idrogeologico

### 1.4 Elaborati di progetto di riferimento

Il presente documento fa riferimento agli elaborati di progetto elencati nelle Tabelle sottostanti 1.3/A, 1.3/B e 1.3/C.

Per ogni attraversamento, la Tabella 1.3/C elenca:

- le progressive chilometriche dei tratti di attraversamento,
- il territorio comunale in cui ricade l'attraversamento,
- la metodologia costruttiva prevista,
- l'elaborato grafico di riferimento.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 5 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

**Tab. 1.4/A – Elaborato grafico di riferimento del tracciato di progetto**

Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar		
1	<b>Tracciato di progetto a scala 1:10000</b>	PG-TP-D-03201

**Tab. 1.4/B – Elaborati di riferimento per le indagini condotte**

Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar		
1	<b>Relazione Geologica</b>	REL-CDG-E-03021
2	<b>Relazione Geotecnica</b>	REL-GEO-E-03022

**Tabella 1.4/C – Metodologia costruttiva degli attraversamenti ed elaborati grafici di riferimento**

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione attraversamento	Progressiva imbocco monte s.g (km)	Progressiva imbocco valle s.g (km)	Comune	Rif. Elaborato grafico
<b>Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar</b>						
1	TOC	Frescobaldi	1,93	2,19	Collesalveti	AT-11E-01113_r0
2	TOC	Tora	2,20	2,64	Collesalveti	AT-5C-01114_r0
3	TOC	Morra	7,64	8,00	Fauglia	AT-5C-01122_r0
4	TOC	Panpersa	8,70	9,30	Fauglia	AT-6C-01124_r0
5	TOC	Campo al Rena	15,14	16,03	Collesalveti	AT-7C-01212_r0
6	TOC	Fiume Fine	24,05	24,47	Santa Luce/Rosignano Marittimo	AT-7C-01223_r0
7	TOC	Malandrone	31,13	31,66	Castellina Marittima	AT-5C-01317_r0
8	TOC	Via Potenza	34,53	35,14	Cecina	AT-6C-01324_r0
9	MT	Cecina	38,83	39,20	Riparbella/Cecina	AT-5C-01332_r0
10	TOC	Podere Cencini	40,65	40,86	Montescudaio/Cecina	AT-5C-01337_r0
11	TOC	Podere Carli	42,28	42,47	Cecina	AT-5C-01339_r0
12	TOC	Madonna	46,01	46,33	Bibbona	AT-4C-01415_r0
13	TOC	Poggiali	46,72	47,12	Bibbona	AT-5C-01417_r0
14	TOC	Camilla	50,45	50,78	Castagneto Carducci	AT-4C-01428_r0

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA		<b>MI-TCH-E-03038</b>
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 6 di 74	Rev. 0	

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione attraversamento	Progressiva imbocco monte s.g (km)	Progressiva imbocco valle s.g (km)	Comune	Rif. Elaborato grafico
<b>Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar</b>						
15	TOC	Carestia Vecchia	50,88	51,22	Castagneto Carducci	AT-4C-01429_r0
16	TOC	Strada Ferruggini	51,73	52,23	Castagneto Carducci	AT-4C-01430_r0
17	TOC	Bolgheri	53,62	54,66	Castagneto Carducci	AT-9C-01432_r0
18	TOC	Podere le Colonne	62,63	63,56	Castagneto Carducci	AT-7C-01513_r0
19	TOC	Botro ai Fichi	63,73	64,01	Castagneto Carducci	AT-5C-01514_r0
20	TOC	Podere Villa Magna	64,15	64,58	Castagneto Carducci	AT-5C-01515_r0
21	MT	Poggio Cervalesi	64,76	65,88	Castagneto Carducci	AT-5B-01516_r0
22	TOC	Podere San Bernardo	66,99	67,20	San Vincenzo	AT-4C-01519_r0
23	TOC	Podere Conte Ascanio	69,74	70,18	San Vincenzo	AT-5C-01525_r0
24	TOC	Podere Conte Giuseppe	72,47	73,06	San Vincenzo	AT-6C-01529_r0
25	TOC	Cornia	79,58	79,99	Campiglia Marittima	AT-6C-01622_r0
<b>Nuova Derivazione dal gasdotto Rosen Rosignano DN 250(10"), DP 75 bar</b>						
26	TOC	Fiume Fine	0,39	0,79	Rosignano Marittimo	AT-5C-01910_r0

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 7 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

## 2 CRITERI PER LA DEFINIZIONE DEL TRACCIATO E DEGLI ATTRAVERSAMENTI IN TRENCHLESS

Nelle fasi preliminari di fattibilità del tracciato del Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse sono stati raccolti e utilizzati i dati geologici e la cartografia al fine di individuare i possibili corridoi per il tracciato in progetto.

In particolare, è stata utilizzata la seguente documentazione:

- CTR in scala 1:10 000.
- Carta Geologica d'Italia. scala 1:100 000.
- Progetto CARG. Carta geologica d' Italia. Scala 1.50 000
- Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) dell'ISPRA (Servizio Geologico d'Italia).
- PAI del distretto Appennino Settentrionale, a valle della "Variante generale ai vigenti Piani stralcio Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Arno e del fiume Serchio e dei bacini regionali toscani.

Sulla base di tale documentazione si è proceduto all'individuazione sulla carta di uno o più corridoi. Successivamente i corridoi così individuati, sono stati verificati con appositi sopralluoghi e riscontri sullo stato reale dei luoghi (presenza di dissesti idrogeologici, presenza di aree urbanizzate e infrastrutture, aree potenzialmente urbanizzabili, ecc.), che hanno consentito la definizione del tracciato di progetto (linea di fattibilità più idonea).

La scelta del tracciato di progetto è stata eseguita secondo i seguenti criteri:

- scelta delle aree geologicamente più idonee, evitando, per quanto possibile, ambiti caratterizzati da rischio geologico e con dissesti in atto;
- evitare, per quanto possibile, aree protette quali parchi naturali, aree naturalistiche, aree archeologiche;
- evitare, dove possibile, le aree di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile;
- assenza di urbanizzazioni già realizzate, o in corso di attuazione;
- assenza di aree turistiche e/o di importanti attività produttive;
- minimizzazione, per quanto possibile, dell'impatto ambientale limitando al minimo le interferenze con aree ad interesse ambientale.

L'obiettivo di progetto è stato quindi, quello di individuare un tracciato della condotta evitando per quanto possibile l'attraversamento di aree geologicamente instabili. Tuttavia, nel contesto di diffusa instabilità geologica che caratterizza il territorio attraversato, è risultato inevitabile attraversare alcune aree soggette a dissesti gravitativi e/o potenzialmente instabili.

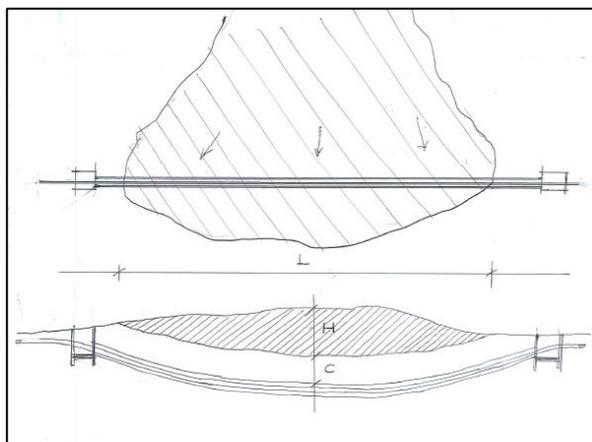
Sono state quindi identificate tutte le aree caratterizzate da una potenziale perdita di resistenza del terreno con conseguenti deformazioni che potrebbero interferire con la stabilità della condotta che le attraversa. In particolare, sono stati considerati gli attraversamenti delle aree classificate dal PAI del distretto Appennino Settentrionale, a valle della "Variante generale ai vigenti Piani stralcio Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Arno e del fiume Serchio e dei bacini regionali toscani (cfr. Tabella 4.1/A).

Per il superamento di queste aree, si è ricorsi all'adozione di soluzioni di progetto che prevedono opere *Trenchless*; cioè, il movimento franoso (potenziale o attivo) è attraversato sottopassando la superficie di scivolamento per mezzo di uno dei metodi costruttivi disponibili.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 8 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

I metodi *Trenchless* utilizzati nel progetto, sono il *Microtunnelling* (MT) e la *Trivellazione Orizzontale Controllata* (T.O.C.). In funzione del metodo utilizzato la condotta è installata direttamente nel foro di trivellazione o, in alternativa, all'interno di un tunnel provvisto di una struttura di rivestimento in c.a.



**Figura 2/A – Schema di un attraversamento “Trenchless” sotto la superficie di scorrimento del movimento franoso.**

Le configurazioni geometriche dei profili *Trenchless*, illustrate negli elaborati grafici di riferimento (l'elenco è riportato in Tabella 1.3/B), sono state definite in base alla condizione inderogabile di progetto che la condotta, o il tunnel in cui essa è installata, non possa essere interessata dai potenziali movimenti gravitativi del terreno; escludendo, quindi, la possibilità che il tunnel o la condotta possa interferire, in qualche tratto lungo il profilo, con il corpo di frana (Figura 2/A).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 9 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

### 3 DESCRIZIONE DELLE METODOLOGIE TRENCHLESS

#### 3.1 Generalità

In aree che presentano specifiche caratteristiche morfologiche o in corrispondenza di determinate interferenze con elementi del territorio o con strutture esistenti, il metodo costruttivo *Trenchless* e la configurazione geometrica dell'attraversamento devono essere individuati con lo scopo di:

- garantire la massima sicurezza sia per la condotta che per l'area di lavoro attraversata, nei confronti delle sollecitazioni indotte da una potenziale deformazione del terreno di fondazione, durante le fasi di realizzazione dei lavori e a lungo termine.
- avere il minimo livello di potenziali criticità di costruzione.

Nei paragrafi seguenti sono descritte le due metodologie *Trenchless* del *Microtunnel* (MT) e della *Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.)*, adottate nel caso specifico del progetto d'interesse. La precedente Tabella 1.3/B elenca gli attraversamenti e le rispettive metodologie di costruzione.

#### 3.2 Sistema costruttivo "Microtunnel"

##### 3.2.1 Fasi di costruzione

Il metodo costruttivo prevede la costruzione di un tunnel e l'installazione al suo interno, della condotta e dalla polifora in progetto.

Tipicamente le fasi di lavoro per la costruzione di un attraversamento con MT si articolano nella seguente sequenza temporale:

- Preparazione delle aree cantiere
  - Accantonamento dell'humus, recinzioni e calpestio
  - Stoccaggio dei materiali e delle attrezzature
- Costruzione delle postazioni di spinta e di recupero
  - Eventuali drenaggi delle aree e scavi di pre-sbancamento
  - Realizzazione delle strutture di contenimento e di fondo pozzo
  - Realizzazione del muro reggispinta nella postazione di spinta
- Installazione delle attrezzature nella postazione di spinta
  - Rotaie guida
  - Sistema per l'allontanamento del terreno di scavo
  - Stazione di spinta principale
  - Testata di perforazione
  - Strumentazione di controllo della direzionalità
- Produzione dei fanghi bentonitici
  - Installazione dell'impianto di produzione dei fanghi
  - Installazione dei silos di stoccaggio
  - Installazione dell'impianto di trattamento dello slurry
  - Circuito idraulico per la mandata e il recupero dei fanghi
- Installazione delle attrezzature per la fornitura di energia elettrica e oleodinamica

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 10 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

- f. Approvvigionamento dei tubi di rivestimento
  - Stoccaggio in area cantiere dei tubi di rivestimento in c.a. prodotti in stabilimento
- g. Operazioni di tunnelling
  - Scavo e rimozione del terreno
  - Posa in avanzamento dei tubi di protezione ed eventuali iniezioni lubrificanti
  - Installazione di stazioni di spinta intermedie
  - Controlli di direzionalità dello scavo
- h. Operazioni di intasamento, sigillatura ed impermeabilizzazione
  - Iniezioni di intasamento nel terreno di trivellazione
  - Sigillatura ed impermeabilizzazione dei giunti nel tubo di protezione
- i. Recupero delle attrezzature a fine trivellazione e pulizia del MT
- j. Installazione della condotta nel microtunnel
  - Installazione dei tubi portacavi per cavi telecomando
  - Installazione di tubi in PEAD per l'intasamento del MT
  - Collaudo idraulico della stringa (se prevista)
  - Opere accessorie per l'installazione della condotta nel MT
  - Installazione della condotta (saldature, controlli, sabbiatura, rivestimento di protezione catodica, etc.)
  - Installazione del sistema di protezione catodica
  - Collaudo idraulico post-installazione della condotta per la sezione in tunnel e nei pozzi
  - Collegamenti della condotta con la linea
- k. Intasamento del MT con miscele autolivellanti
- l. Riempimento pozzi di trivellazione
- m. Ripristini e recupero ambientale
  - Smobilitazione cantiere e rinterro delle postazioni di trivellazione
  - Ripristino morfologico delle aree in prossimità delle due postazioni
  - Ripristini ambientali.

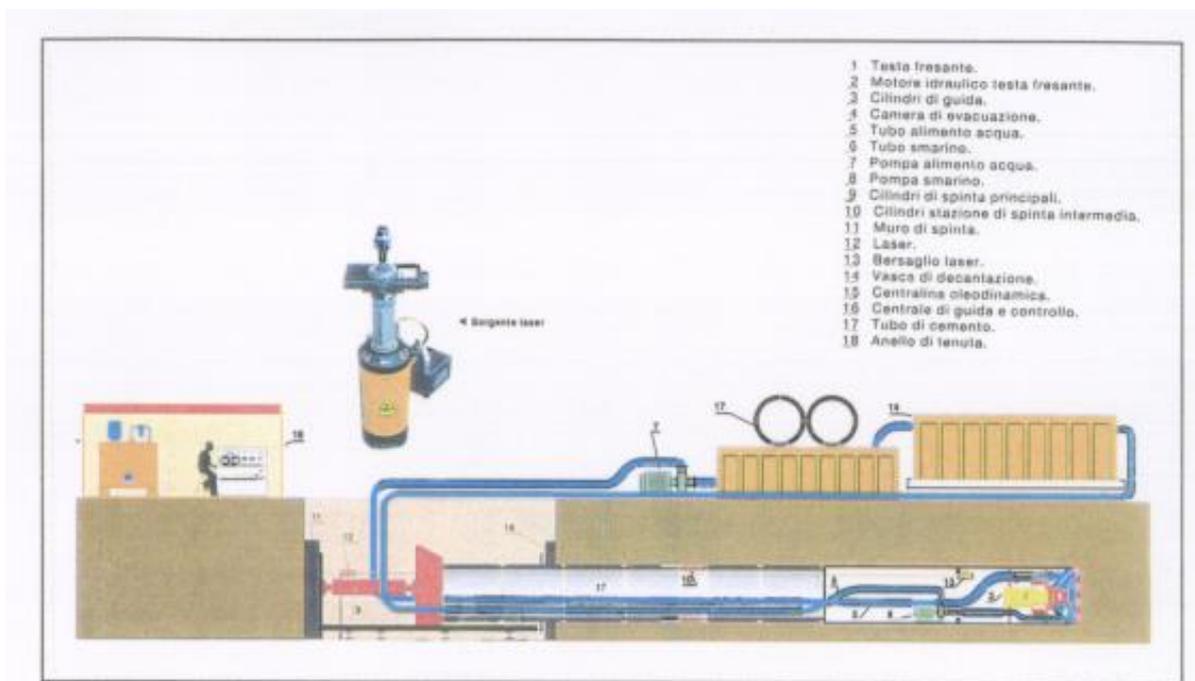
### 3.2.2 Il metodo costruttivo MT

Il metodo costruttivo MT prevede che l'azione di avanzamento dello scudo, esercitata da una stazione di spinta ubicata ad una delle estremità della trivellazione, sia trasmessa mediante i tubi di rivestimento in c.a. inseriti progressivamente dietro lo scudo.

L'azione di avanzamento della macchina, esercitata da una stazione di spinta principale ubicata nel punto di partenza della trivellazione, è trasmessa mediante tubi di rivestimento in c.a. del tunnel, inseriti progressivamente sul fronte della stazione di spinta. In associazione alla stazione di spinta principale sono usualmente utilizzate anche stazioni di spinta intermedie posizionate progressivamente durante l'avanzamento. I diametri esterni dei tubi di rivestimento in c.a. raggiungono tipicamente valori massimi del diametro di 3000mm. La configurazione geometrica di attraversamento può essere rettilinea o curvilinea. Nel caso di utilizzo di geometrie ad asse curvilineo (sia sul piano orizzontale che su quello verticale) sono impiegati tubi di rivestimento in c.a. con giunti a bicchiere, che sfruttano la possibilità di deviazione angolare offerta dal giunto stesso.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fig. 11 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038



**Figura 2.2/A - Schema costruttivo della metodologia Microtunnel**

Il sistema di costruzione MT è costituito dai seguenti principali mezzi d'opera:

- testa fresante;
- sistema di spinta principale ed intermedio;
- tubi di rivestimento prefabbricati in c.a.;
- sistema di guida (cabina controllo e softwares);
- sistema di controllo della direzionalità (sistema a raggi laser);
- sistema per la riduzione degli attriti e sostegno del fronte scavo;
- impianto di produzione dei fanghi;
- impianto di trattamento del fango di perforazione;
- pompe e circuiti idraulici per i fanghi di perforazione;
- silos di stoccaggio dei materiali;
- sistema di rimozione del terreno di scavo (nastri trasportatori, slurry);
- pompe e circuito idraulico per la lubrificazione durante la perforazione;
- power pack;
- mezzi per la movimentazione dei materiali e delle attrezzature.

Usualmente è necessario costruire due postazioni di trivellazione: il pozzo di spinta in corrispondenza di un'estremità dell'attraversamento e un pozzo di recupero della fresa, posizionato sull'estremità opposta.

### 3.2.3 Installazione della condotta

Per l'installazione della condotta nel MT è utilizzato un sistema di tiro. All'estremità del MT opposta a quella della via a rulli è posizionato un argano, mentre sulla prima sezione della condotta viene saldata una testa di tiro; quest'ultima è costituita da un "tappo" di forma conica sulla cui estremità è fissato un anello cui viene agganciata la fune di tiro collegata all'argano.

Nell'ultima fase la condotta viene tirata all'interno del tunnel.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 12 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

Il sistema d'installazione della condotta è costituito dai seguenti principali mezzi d'opera:

- argano, fune di tiro e testa di tiro;
- via a rulli o in alternativa, per la movimentazione della stringa, possono essere utilizzati side-booms (nel caso di installazione di una stringa);
- collari distanziatori da installare sulla condotta (all'interno del MT);
- impianto per la produzione della miscela autolivellante per l'intasamento finale del tunnel;
- pompe, circuiti idraulici e tubi per l'intasamento del MT.

### 3.3 Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C.)

#### 3.3.1 Sequenza delle fasi di costruzione

Tipicamente le fasi di lavoro per la costruzione di un attraversamento con T.O.C. si articolano nella seguente sequenza temporale:

##### Preparazione dell'area di cantiere

- Delimitazione delle aree ed accantonamento dell'humus;
- Eventuali scavi di pre-sbancamento per la postazione del rig;
- Stoccaggio di materiali e delle attrezzature.

##### Prefabbricazione della stringa (lato uscita T.O.C.)

- Livellamento delle aree di montaggio della stringa e dei binari;
- Sfilamento, accoppiamento e saldatura dei tubi;
- Controlli non distruttivi sulle saldature e rivestimento delle saldature;
- Precollaudo idraulico delle colonne di varo;
- preparazione della pista di lancio.

##### Installazione delle attrezzature (lato entrata T.O.C.)

- rig di perforazione, cabina di comando, sistema di controllo direzionale;
- generatore, approvvigionamento tubo pilota, tubo guida;
- impianto per la produzione e recupero dei fanghi bentonitici.

##### Esecuzione della trivellazione (foro pilota, alesaggi e tiro-posa della stringa)

##### Ripristini e recupero ambientale

#### 3.3.2 Metodo costruttivo

Le operazioni di trivellazione della T.O.C. sono eseguite secondo tre fasi temporali di costruzione: foro pilota (*pilot hole*), alesaggio (*reaming*) e tiro-posa della stringa (*pullback*).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 13 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

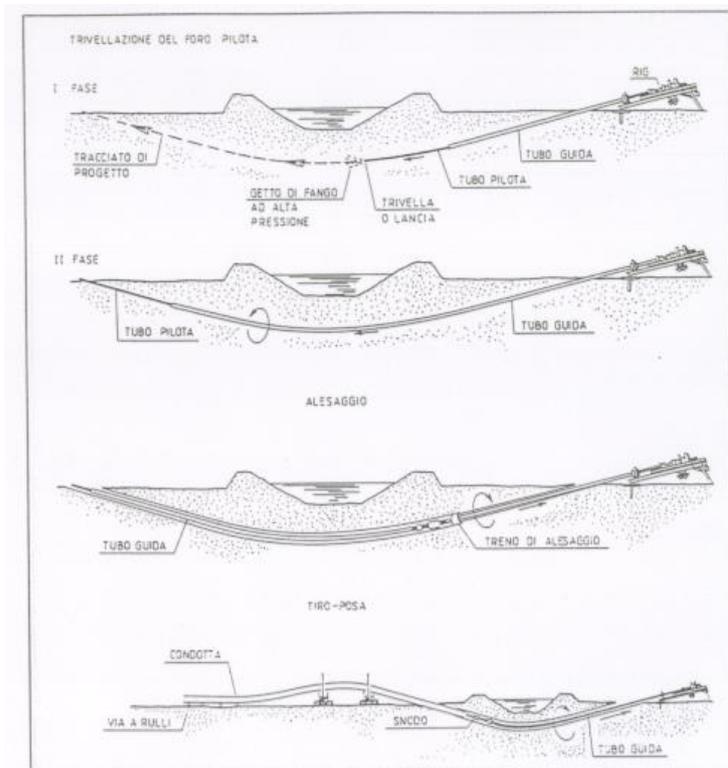


Figura 2.3/A – Schema delle fasi costruttive di una T.O.C.

- **Foro pilota (pilot hole):** consiste nella esecuzione di un foro di piccolo diametro con una trivella in testa di una batteria di aste di trivellazione spinte per mezzo del rig. Vengono fatte avanzare, con una azione contemporanea di spinta e rotazione.
- **Alesaggio (reaming):** nel punto di uscita della T.O.C. viene collegato un alesatore, e per mezzo del tiro delle aste (dall'uscita verso l'entrata della T.O.C.) viene eseguito il primo alesaggio del foro pilota. Gli alesaggi sono ripetuti con un numero di volte che dipende dal diametro della condotta e dalle caratteristiche del terreno di trivellazione.
- **Tiro-posa della stringa (pipe pullback):** nella fase finale la stringa prefabbricata viene tirata dalle aste di trivellazione con direzione dall'uscita verso l'entrata della T.O.C..

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 14 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

## 4 CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELLE OPERE TRENCHLESS

### 4.1 Sintesi delle caratteristiche di progetto

Per facilitare la lettura di sintesi degli elementi di progetto, le seguenti tabelle riportano:

- L'elenco delle *Trenchless* e l'eventuale presenza di aree censite dal PAI del distretto Appennino Settentrionale, a valle della "Variante generale ai vigenti Piani stralcio Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Arno e del fiume Serchio e dei bacini regionali toscani (Tabella 4.1/A);
- Le principali caratteristiche geometriche (Tabella 4.1/B);
- Le caratteristiche geologiche e stratigrafiche dei terreni di trivellazione determinate sulla base delle indagini dirette e delle indagini geofisiche effettuate (Tabella 4.1/C).

Nel Paragrafo 4.2 sono riportate le schede di inquadramento riferite a ciascun attraversamento in trenchless.

**Tabella 4.1/A - Aree censite nel Piano per l'Assetto Idrogeologico del distretto Appennino Settentrionale**

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Progressiva imbocco monte s.g (km)	Progressiva imbocco valle s.g (km)	Lungh. (m)	Interferenze con aree PAI
<b>Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar</b>						
1	TOC	Frescobaldi	1,93	2,19	298	/
2	TOC	Tora	2,20	2,64	448	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3
3	TOC	Morra	7,64	8,00	374	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3/PI2
4	TOC	Panpersa	8,70	9,30	603	/
5	TOC	Campo al Rena	15,14	16,03	887	AdB Appennino Sett. cod. FR_000021306 Indice di Pericolosità PF3
6	TOC	Fiume Fine	24,05	24,47	419	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3/PI2
7	TOC	Malandrone	31,13	31,66	558	/
8	TOC	Via Potenza	34,53	35,14	624	/
9	MT	Cecina	38,83	39,20	363	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3
10	TOC	Podere Cencini	40,65	40,86	233	/
11	TOC	Podere Carli	42,28	42,47	178	/
12	TOC	Madonna	46,01	46,33	328	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 15 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Progressiva imbocco monte s.g (km)	Progressiva imbocco valle s.g (km)	Lungh. (m)	Interferenze con aree PAI
<b>Rif. Met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar</b>						
13	TOC	Poggiali	46,72	47,12	401	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3/PI2
14	TOC	Camilla	50,45	50,78	335	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI2
15	TOC	Carestia Vecchia	50,88	51,22	341	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI2
16	TOC	Strada Ferruggini	51,73	52,23	499	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI2
17	TOC	Bolgheri	53,62	54,66	1043	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3/PI2
18	TOC	Podere le Colonne	62,63	63,56	930	//
19	TOC	Botro ai Fichi	63,73	64,01	379	/
20	TOC	Podere Villa Magna	64,15	64,58	424	/
21	MT	Poggio Cervalesi	64,76	65,88	1125	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI2
22	TOC	Podere San Bernardo	66,99	67,20	257	/
23	TOC	Podere Conte Ascanio	69,74	70,18	437	/
24	TOC	Podere Conte Giuseppe	72,47	73,06	647	/
25	TOC	Cornia	79,58	79,99	421	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3
<b>Nuova Derivazione dal gasdotto Rosen Rosignano DN 250(10"), DP 75 bar</b>						
26	TOC	Fiume Fine	0,39	0,79	394	AdB Appennino Sett. Indice di Pericolosità PI3

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fig. 16 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

**Tabella 4.1/B - Principali caratteristiche geometriche delle Trenchless**

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Progress. imbocco monte s.g (km)	Progress. imbocco valle s.g (km)	Rif. Elaborato grafico	Lunghezza (m)	Diametro interno MT (mm)	inclinazione all'ingresso (°)	inclinazione all'uscita (°)	Raggio di curvatura minimo (m)
1	TOC	Frescobaldi	1,93	2,19	AT-11E-01113_r0	298	-	6°30'	7°30'	900
2	TOC	Tora	2,20	2,64	AT-5C-01114_r0	448	-	7°00'	7°00'	1000
3	TOC	Morra	7,64	8,00	AT-5C-01122_r0	374	-	8°00'	7°00'	1000
4	TOC	Panpersa	8,70	9,30	AT-6C-01124_r0	603	-	7°30'	7°00'	1000
5	TOC	Campo al Rena	15,14	16,03	AT-7C-01212_r0	887	-	7°00'	6°00'	1100
6	TOC	Fiume Fine	24,05	24,47	AT-7C-01223_r0	419	-	8°30'	7°00'	950
7	TOC	Malandrone	31,13	31,66	AT-5C-01317_r0	558	-	7°00'	7°00'	1100
8	TOC	Via Potenza	34,53	35,14	AT-6C-01324_r0	624	-	8°00'	6°00'	1100
9	MT	Cecina	38,83	39,20	AT-5C-01332_r0	363	1,6	4°12'	4°10'	-
10	TOC	Podere Cencini	40,65	40,86	AT-5C-01337_r0	233	-	4°00'	4°50'	900
11	TOC	Podere Carli	42,28	42,47	AT-5C-01339_r0	178	-	5°00'	1°20'	1000
12	TOC	Madonna	46,01	46,33	AT-4C-01415_r0	328	-	8°00'	7°00'	900
13	TOC	Poggiali	46,72	47,12	AT-5C-01417_r0	401	-	7°30'	6°30'	1100
14	TOC	Camilla	50,45	50,78	AT-4C-01428_r0	335	-	8°30'	7°00'	900
15	TOC	Carestia Vecchia	50,88	51,22	AT-4C-01429_r0	341	-	8°30'	7°00'	900
16	TOC	Strada Ferruggini	51,73	52,23	AT-4C-01430_r0	499	-	6°00'	6°00'	1000
17	TOC	Bolgheri	53,62	54,66	AT-9C-01432_r0	1043	-	8°00'	6°00'	900
18	TOC	Podere le Colonne	62,63	63,56	AT-7C-01513_r0	930	-	8°00'	7°00'	1100
19	TOC	Botro ai Fichi	63,73	64,01	AT-5C-01514_r0	379	-	8°30'	8°30'	850

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 17 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Progress. imbocco monte s.g (km)	Progress. imbocco valle s.g (km)	Rif. Elaborato grafico	Lunghezza (m)	Diametro interno MT (mm)	inclinazione all'ingresso (°)	inclinazione all'uscita (°)	Raggio di curvatura minimo (m)
20	TOC	Podere Villa Magna	64,15	64,58	AT-5C-01515_r0	424	-	8°50'	7°00'	1000
21	MT	Poggio Cervalesi	64,76	65,88	AT-5B-01516_r0	1125	2,4	5°19'	3°23'	-
22	TOC	Podere San Bernardo	66,99	67,20	AT-4C-01519_r0	257	-	8°00'	3°47'	850
23	TOC	Podere Conte Ascanio	69,74	70,18	AT-5C-01525_r0	437	-	7°00'	7°00'	950
24	TOC	Podere Conte Giuseppe	72,47	73,06	AT-6C-01529_r0	647	-	6°00'	4°30'	950
25	TOC	Cornia	79,58	79,99	AT-6C-01622_r0	421	-	8°00'	6°00'	1000
26	TOC	Fiume Fine	0,39	0,79	AT-5C-01910_r0	394	-	10°00'	8°00'	500

**Tabella 4.1/C - Caratteristiche geologiche e stratigrafiche di riferimento dei terreni di trivellazione**

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Indagini dirette	Indagini indirette	Litologie prevalenti	Condizioni idrogeologiche dei terreni di trivellazione
1	TOC	Frescobaldi	LP-A-B02 LP-A-C02	-	Depositi argilloso sabbiosi e limosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
2	TOC	Tora	LP-A-C02 LP-A-B03 LP-A-B04	LP-A-E01a LP-A-E01b	Depositi argillosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
3	TOC	Morra	LP-A-B07 LP-A-B08	LP-A-E02	Depositi argillosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
4	TOC	Panpersa	LP-A-B09 S49 LP-A-B10 S48 LP-A-B11	LP-A-E03	Formazione argillosa	Probabile interferenza con la superficie piezometrica

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA		<b>MI-TCH-E-03038</b>
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 18 di 74	Rev. 0	

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Indagini dirette	Indagini indirette	Litologie prevalenti	Condizioni idrogeologiche dei terreni di trivellazione
5	TOC	Campo al Rena	LP-A-B14 LP-A-B15 LP-A-B16	LP-A-R04 LP-A-E04 LP-A-E05	Formazione argillosa	Nessuna interferenza significativa
6	TOC	Fiume Fine	S36	LP-A-E05-1a LP-A-E05-1b	Depositi ghiaioso sabbiosi e Formazioni argillose	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
7	TOC	Malandrone	LP-A-C16 LP-A-B25	LP-A-E06 LP-A-R06	Formazione argillosa	Nessuna interferenza significativa
8	TOC	Via Potenza	LP-A-C17a LP-A-B26 LP-A-C17b	-	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
9	MT	Cecina	LP-B-B29 LP-B-B30	LP-A-E07a LP-A-E07b LP-A-E07c LP-A-E07d	Depositi ghiaiosi e argillosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
10	TOC	Podere Cencini	LP-B-B32a	LP-A-E07-1a	Depositi argillosi	Nessuna interferenza significativa
11	TOC	Podere Carli	LP-B-C19a LP-B-C19b	-	Depositi argillosi	Nessuna interferenza significativa
12	TOC	Madonna	S22 LP-B-B33 LP-B-C21	LP-A-E08	Depositi argillosi e sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
13	TOC	Poggiali	LP-B-C21a LP-B-B33a LP-B-C21b	-	Depositi argillosi e sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
14	TOC	Camilla	LP-B-C22a	-	Depositi sabbioso limosi e limoso argillosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
15	TOC	Carestia Vecchia	S21 S20 LP-B-B34	LP-A-E09	Depositi sabbiosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
16	TOC	Strada Ferrugini	LP-B-C22b LP-B-B34a LP-B-C-22c	-	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
17	TOC	Bolgheri	S62 S61 LP-B-C23 S60 LP-B-B35	LP-A-E10	Depositi sabbiosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
18	TOC	Podere le Colonne	LP-B-C31a LP-B-B40a LP-B-C32	LP-A-R09	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA		<b>MI-TCH-E-03038</b>
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 19 di 74	Rev. 0	

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Indagini dirette	Indagini indirette	Litologie prevalenti	Condizioni idrogeologiche dei terreni di trivellazione
19	TOC	Botro ai Fichi	LP-B-C-32a LP-B-C-32b LP-B-C-32c	-	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
20	TOC	Podere Villa Magna	LP-B-C32c LP-B-C33	LP-A-R10	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
21	MT	Poggio Cervalesi	LP-B-B41 LP-B-B42 S10 S9	-	Formazione riolitica alterata	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
22	TOC	Podere San Bernardo	LP-B-C35a (15 m) LP-B-B44a	LP-A-R12	Depositi sabbiosi e Formazione riolitica	Nessuna interferenza significativa
23	TOC	Podere Conte Ascanio	LP-B-B45a LP-B-C36a	LP-A-E11a	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
24	TOC	Podere Conte Giuseppe	LP-B-C37 LP-B-B47a LP-B-C37a	-	Depositi sabbiosi	Nessuna interferenza significativa
25	TOC	Cornia	LP-B-C40 S3 S2 S1 LP-B-C41	LP-A-E12a LP-A-E12c LP-A-E12d	Depositi sabbiosi e argillosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica
26	TOC	Fiume Fine	S68 LP-A-C45 S69 LP-A-C46 S70	LP-A-E13a LP-A-E13b	Depositi sabbiosi e argillosi	Probabile interferenza con la superficie piezometrica

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 20 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

## 4.2 Schede tecniche di progetto delle opere Trenchless

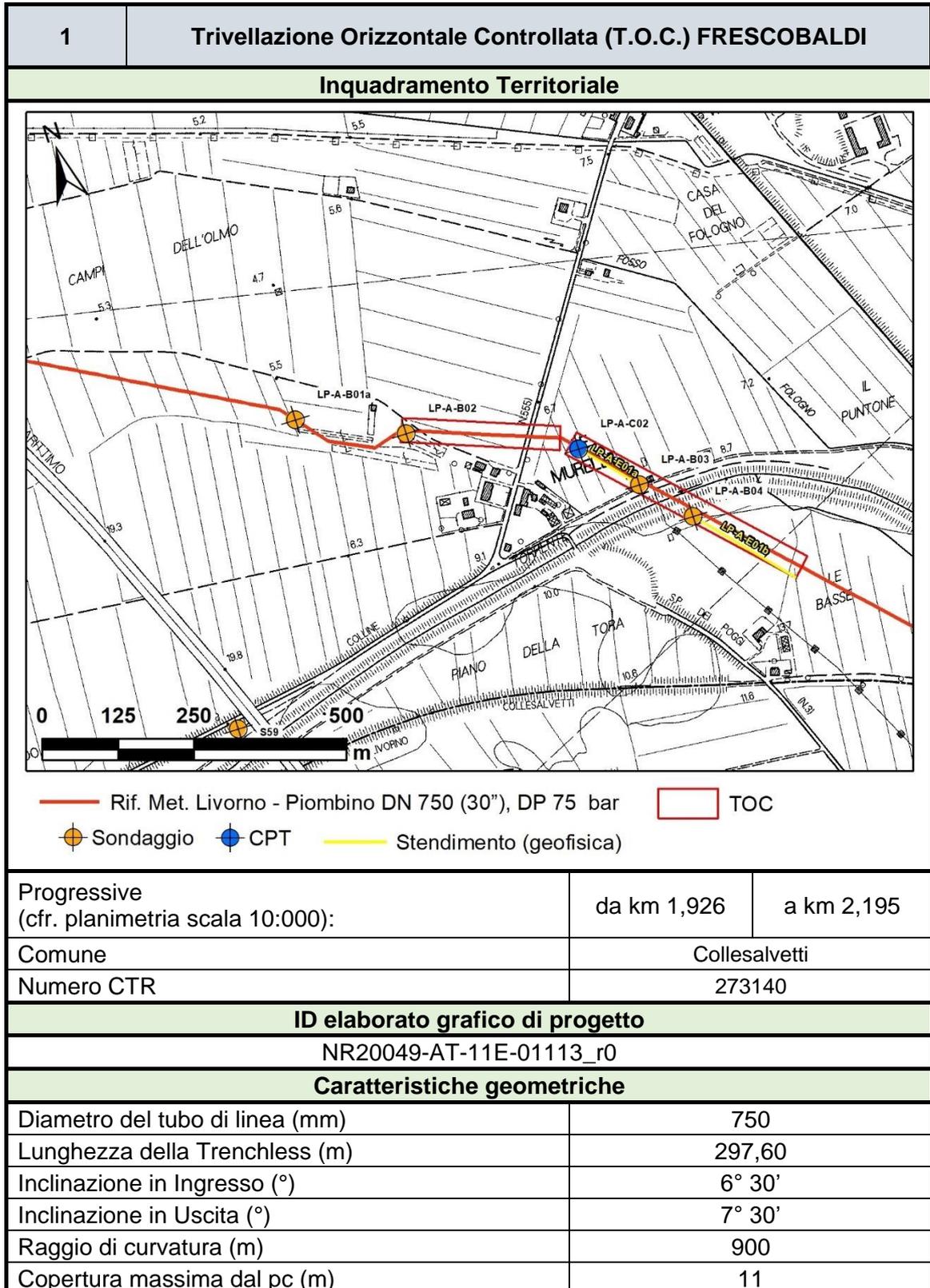
Nei successivi paragrafi, per ogni attraversamento, è fornita una scheda tecnica che contiene gli elementi per inquadrare l'opera dal punto di vista tecnico e progettuale. Ogni scheda elenca le seguenti informazioni:

- l'inquadramento territoriale nel quale è ubicato l'attraversamento;
- le principali caratteristiche geometriche dell'opera (lunghezza, inclinazione nelle estremità, raggio di curvatura elastico, ecc.);
- le caratteristiche geologiche e stratigrafiche dei terreni interessati dall'opera definite sulla base di indagini geologiche dirette e geofisiche;
- se presenti, il codice di identificazione e l'indice di pericolosità delle aree censite nel PAI del distretto Appennino Settentrionale, a valle della "Variante generale ai vigenti Piani stralcio Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Arno e del fiume Serchio e dei bacini regionali toscani;
- il grado di complessità costruttiva stimato per l'attraversamento.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fig. 21 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.1 T.O.C. FRESCOBALDI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 22 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

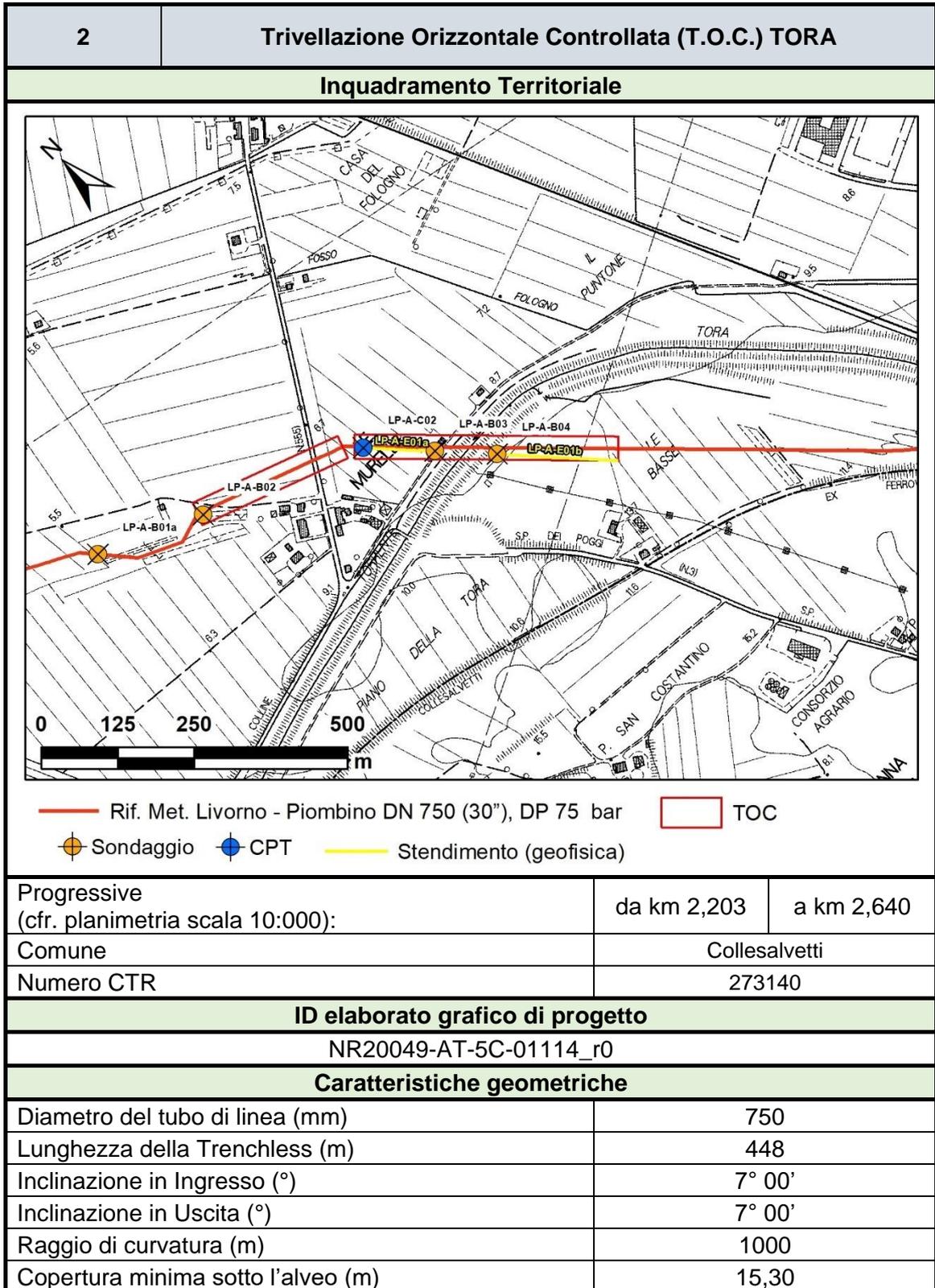
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-A-B02 (15 m) LP-A-C02 (15 m)
Indagini indirette	
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali costituiti prevalentemente da argilla sabbiosa e limosa. A profondità comprese tra 2,5 e 5 metri circa, la granulometria dei sedimenti è leggermente maggiore (sabbia debolmente limo-argillosa), con sporadica presenza di inclusi.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuata, all'interno dei terreni indagati, si è rilevata la presenza di una superficie piezometrica posta in corrispondenza dei litotipi maggiormente sabbiosi, alla profondità di 3,35 metri dal piano campagna. Le misure piezometriche eseguite in un pozzo ubicato in località Le Murelle, a circa 50 metri di distanza dal punto di ingresso della trivellazione, indicano una profondità di circa 1,3 metri dal piano campagna.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 23 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.2 T.O.C. TORA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 24 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

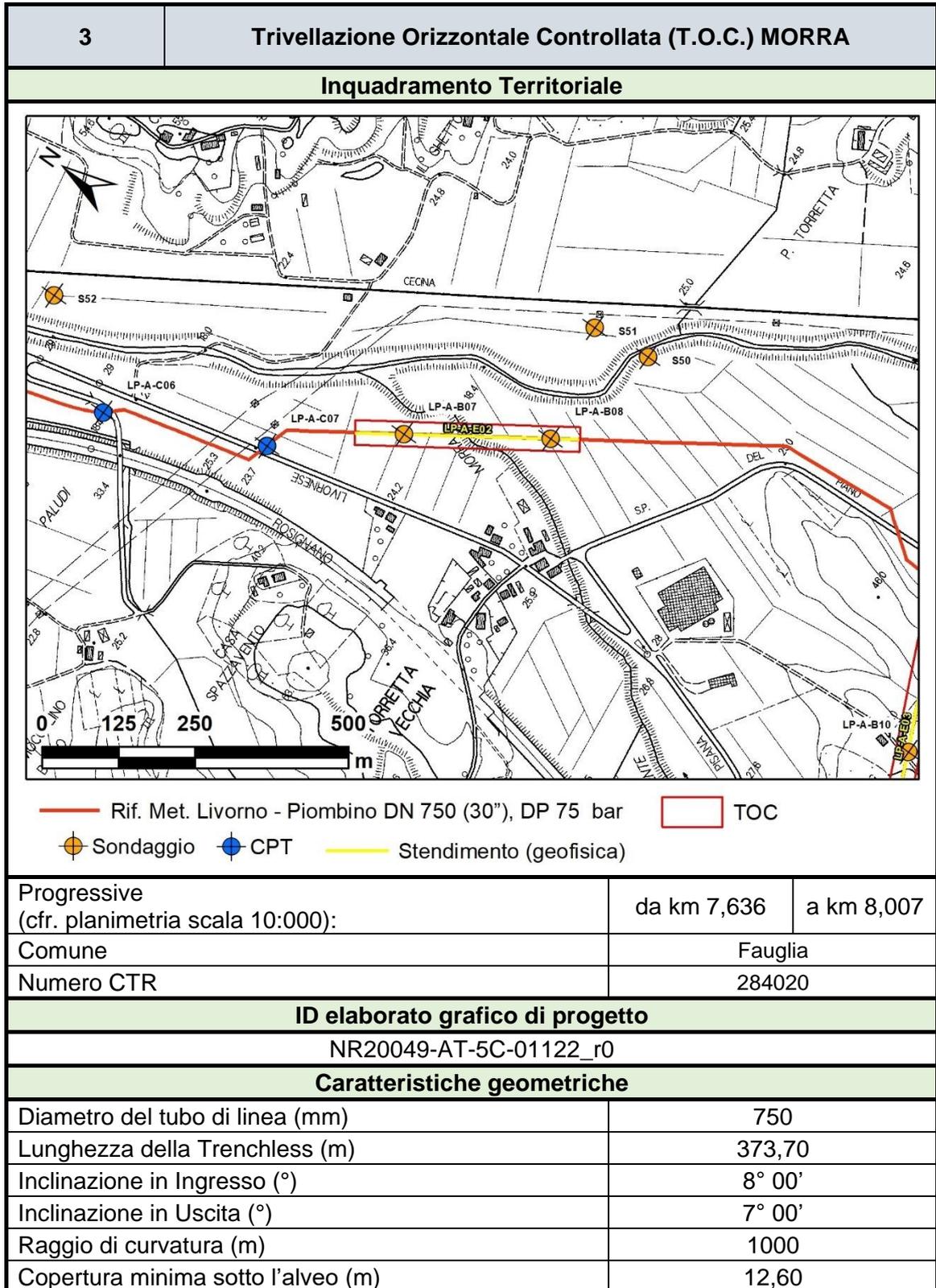
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-A-C02 (15 m) LP-A-B03 (20 m) LP-A-B04 (20 m)
Indagini indirette	LP-A-E01a LP-A-E01b
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente argillosi. I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative. Nella porzione più superficiale, fino a 3-4 metri di profondità, la granulometria è leggermente più grossolana (sabbia argillosa), mentre negli strati sottostanti, si rileva un'argilla debolmente limosa di colore grigio, fino alle massime profondità indagate.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Sebbene nel corso dell'indagine non si sia rilevata la presenza di alcuna superficie piezometrica, si ritiene che le condizioni idrogeologiche dell'area siano compatibili con un livello della falda poco profondo, correlato anche al regime idrico del Torrente Tora e quindi soggetto a periodici e consistenti innalzamenti.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e ubicata in corrispondenza dell'alveo del Torrente Tora. Tale fascia fluviale è classificata a pericolosità elevata (PI3),</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 25 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.3 T.O.C. MORRA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 26 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-A-B07 (15 m) LP-A-B08 (15 m)
Indagini indirette	LP-A-E02
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente argillosi. I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative. Nella porzione più superficiale, fino a 2-3 metri di profondità, è presente terreno vegetale con una coltre detritica a granulometria è leggermente più grossolana (sabbia ghiaiosa debolmente limosa), mentre negli strati sottostanti, si rileva un'argilla debolmente limosa di colore grigio, fino alle massime profondità indagate</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso dell'indagine si è rilevata la presenza di una superficie piezometrica che, nel lato di monte è ubicata a 12,8 metri dal piano campagna, mentre nel lato di valle è decisamente più superficiale (2,65 metri). Si ritiene che le condizioni idrogeologiche dell'area siano compatibili con un livello della falda poco profondo, correlato anche al regime idraulico dei torrenti Tora e Morra, quindi soggetto a periodici e consistenti innalzamenti</p>	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
<p>La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA). In particolare, la fascia più prossima al corso d'acqua è classificata a pericolosità elevata (PI3), mentre quelle adiacenti sono considerate a pericolosità media (PI2).</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 27 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.4 T.O.C. PANPERSA

<b>4</b>	<b>Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) PANPERSA</b>	
<b>Inquadramento Territoriale</b>		
<p> <span style="color: red;">—</span> Rif. Met. Livorno - Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar      <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> T.O.C.  <span style="color: orange;">●</span> Sondaggio      <span style="color: blue;">●</span> CPT      <span style="color: yellow;">—</span> Stendimento (geofisica)         </p>		
Progressive (cfr. planimetria scala 10:000):	da km 8,704	a km 9,297
Comune	Fauglia	
Numero CTR	284020	
<b>ID elaborato grafico di progetto</b>		
NR20049-AT-6C-01124_r0		
<b>Caratteristiche geometriche</b>		
Diametro del tubo di linea (mm)	750	
Lunghezza della Trenchless (m)	603,5	
Inclinazione in Ingresso (°)	7° 30'	
Inclinazione in Uscita (°)	7° 00'	
Raggio di curvatura (m)	1000	
Copertura massima dal pc (m)	35	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 28 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

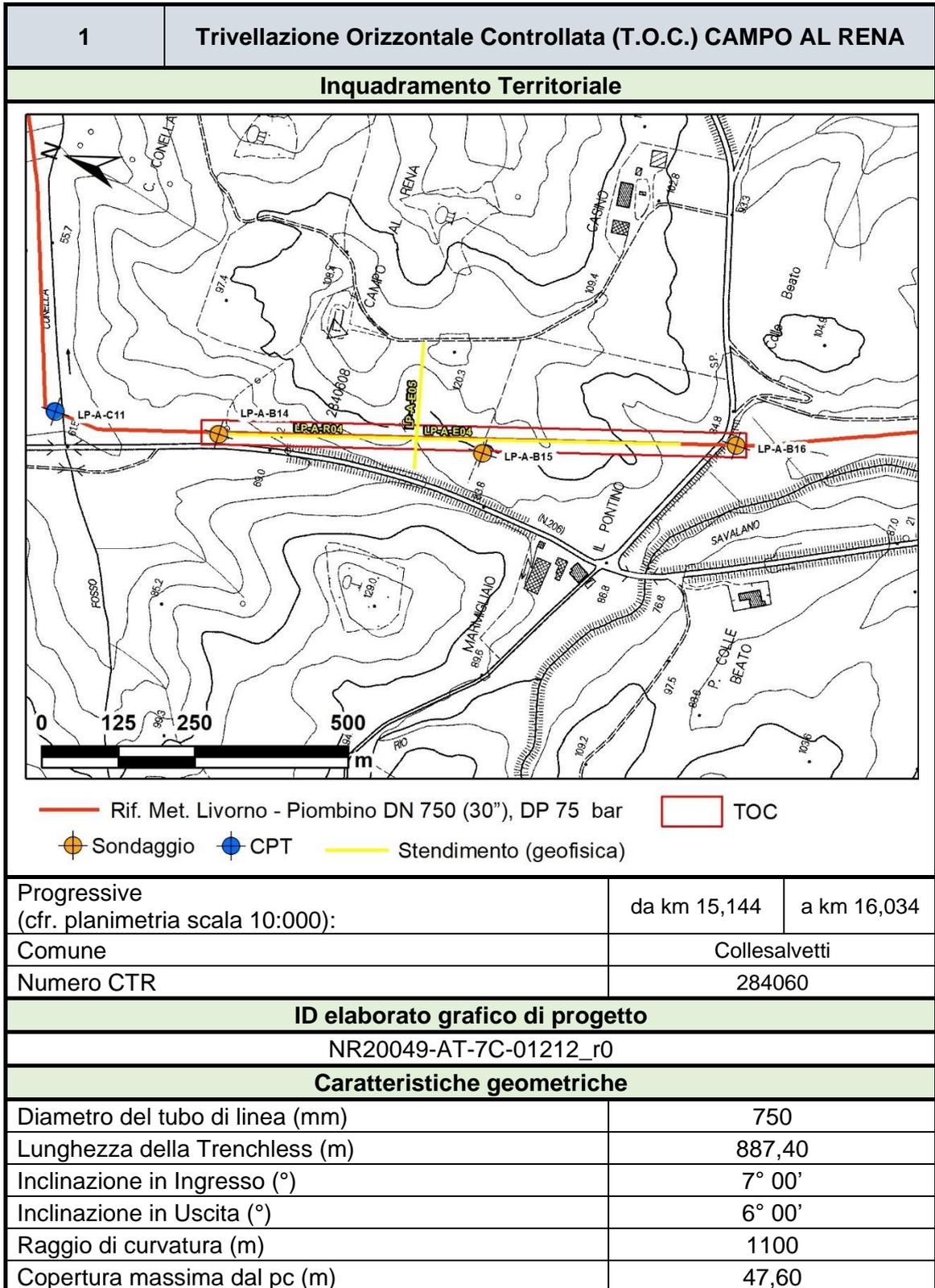
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-A-B09 (15 m) S49 (25 m) LP-A-B10 (30 m) S48 (25 m) LP-A-B11 (10 m)
Indagini indirette	LP-A-E03
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di una coltre detritica a granulometria sabbioso-limosa sovrastante le formazioni di base con una maggiore componente argillosa. Lo spessore della coltre è di circa 5 metri in corrispondenza dei punti di ingresso e di uscita della trivellazione, mentre nel tratto centrale risulta leggermente maggiore (8,40 metri). Le formazioni di base sono caratterizzate da una buona uniformità litologica.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso dell'indagine si è rilevata la presenza di una superficie piezometrica che, in corrispondenza del punto di ingresso della trivellazione (lato monte), è molto superficiale (2,20 metri) e probabilmente correlata al regime idraulico del Torrente Tora, mentre nel tratto centrale è posta al contatto tra la coltre e la formazione di base (9 metri dal piano campagna).</p>	
Interferenze con aree PAI	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 29 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.5 T.O.C. CAMPO AL RENA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 30 di 74	<b>Rev.</b> 0

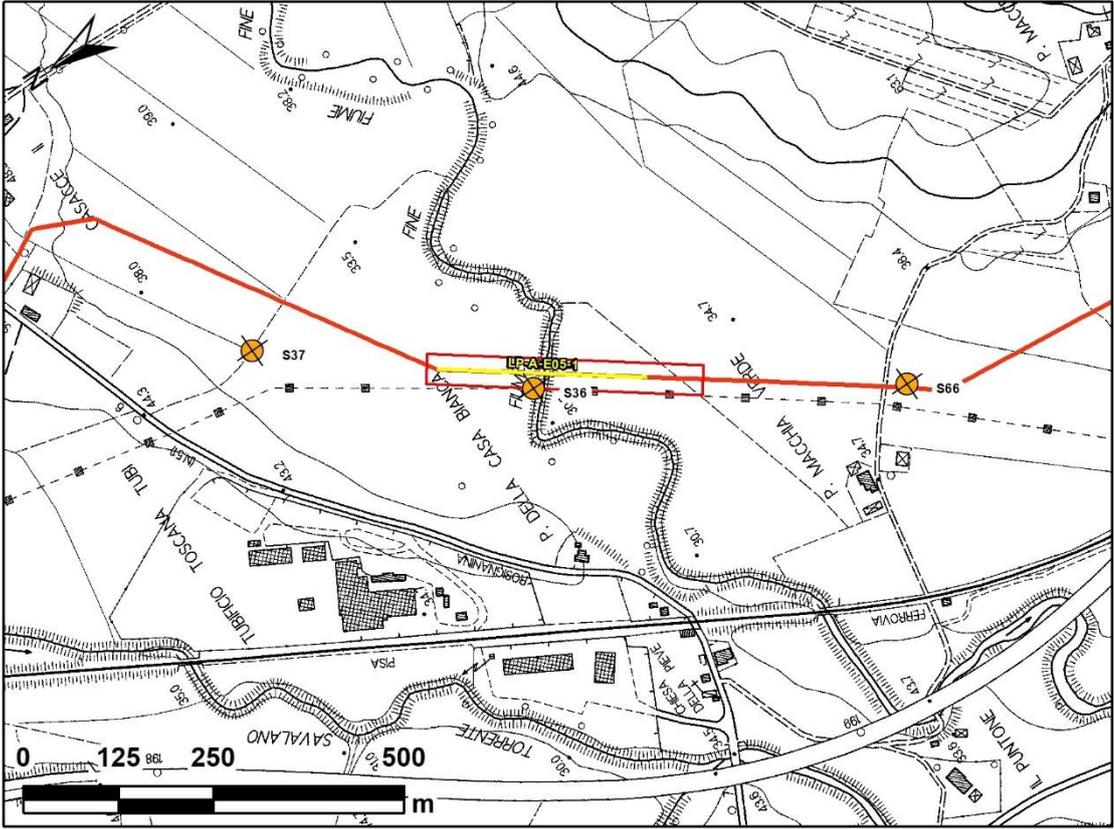
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-A-B14 (10 m) LP-A-B15 (40 m) LP-A-B16 (10 m)
Indagini indirette	LP-A-R04 LP-A-E04 LP-A-E05
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni estremamente omogenei fino alle massime profondità indagate (40 metri). Si tratta di argille debolmente limose molto consistenti e con struttura leggermente scagliettata, appartenente alla Formazione delle Argille Azzurre.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuata non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati. La TOC attraversa terreni con caratteristiche di permeabilità molto bassa e si può escludere ogni interferenza significativa dell'opera con la circolazione idrica sotterranea.</p>	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
<p>La trivellazione interferisce per una lunghezza di 40 metri circa con un'area potenzialmente instabile, definita nella cartografia del PAI del distretto Appennino Settentrionale, a valle della "Variante generale ai viginti Piani stralcio Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Arno e del fiume Serchio e dei bacini regionali toscani" con una classe di pericolosità elevata (PF3). Si ritiene che la configurazione geometrica del tratto in trenchless escluda ogni interferenza diretta con esso e, pertanto, non siano modificate le condizioni di pericolosità definite per tale area.</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO.</p>	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 31 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.6 T.O.C. FIUME FINE

6	Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) FIUME FINE	
<b>Inquadramento Territoriale</b>		
		
<p> <span style="color: red;">—</span> Rif. Met. Livorno - Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar     <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> TOC  <span style="color: orange;">●</span> Sondaggio     <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> Stendimento (geofisica)         </p>		
Progressive (cfr. planimetria scala 10:000):	da km 24,046	a km 24,472
Comune	Santa Luce/Rosignano Marittimo	
Numero CTR	284140	
<b>ID elaborato grafico di progetto</b>		
NR20049-AT-7C-01223_r0		
<b>Caratteristiche geometriche</b>		
Diametro del tubo di linea (mm)	750	
Lunghezza della Trenchless (m)	419,10	
Inclinazione in Ingresso (°)	8° 30'	
Inclinazione in Uscita (°)	7° 00'	
Raggio di curvatura (m)	950	
Copertura minima sotto l'alveo (m)	9,60	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 32 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

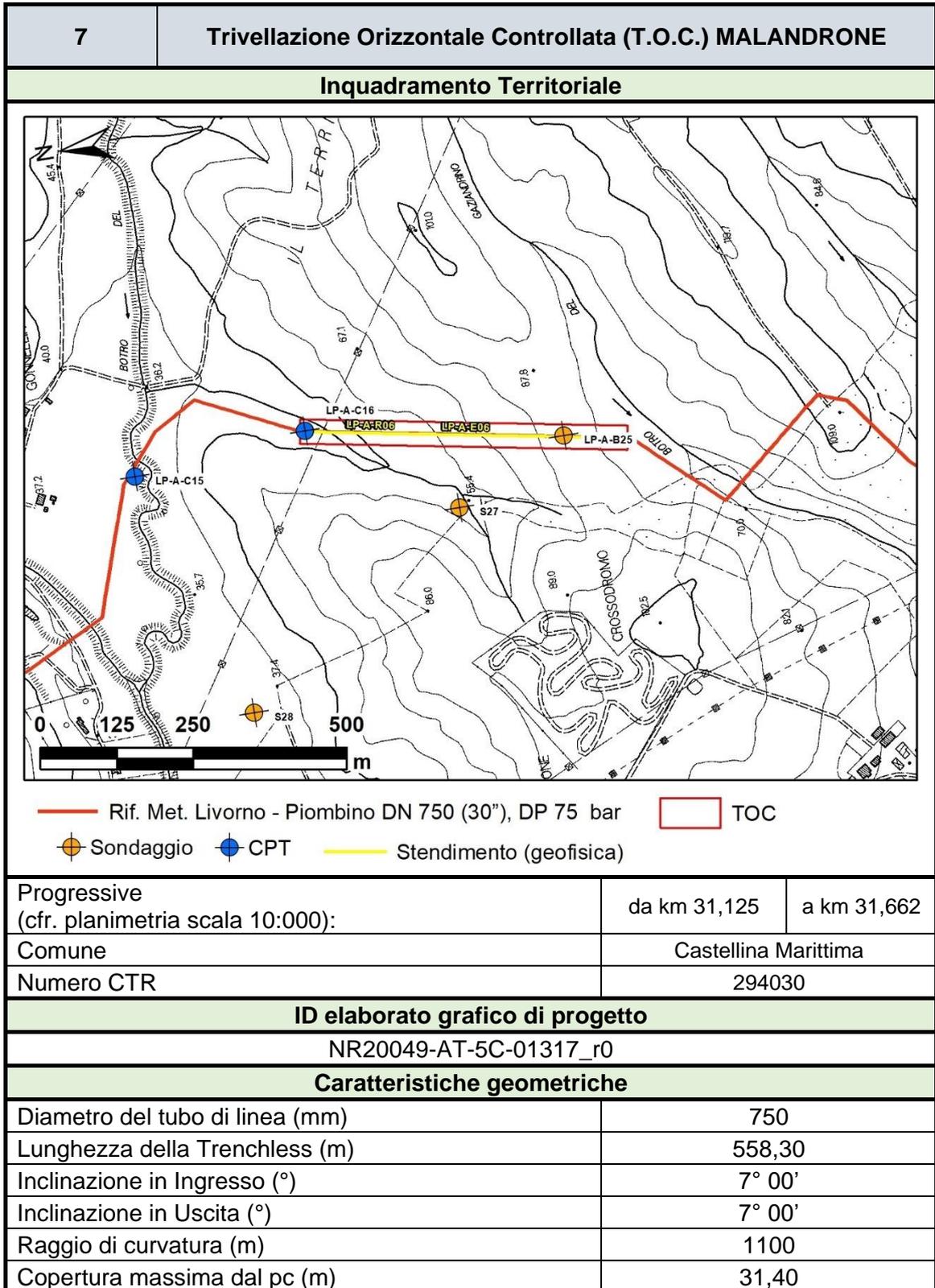
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	S36 (20 m)
Indagini indirette	LP-A-E05-1a LP-A-E05-1b
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali costituiti prevalentemente da ghiaia fine in matrice sabbiosa e limosa. Lo spessore dei depositi alluvionali è di circa 8,40 metri in prossimità del corso d'acqua e si riduce alle estremità della trivellazione.</p> <p>Al di sotto dei terreni alluvionali, è presente la Formazione delle Argille Azzurre, costituita da argilla limosa di colore grigio.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica è stata rilevata la presenza di una superficie piezometrica alla profondità di 1.70 metri dal piano campagna. Si ritiene che la profondità della falda sia strettamente connessa al regime idraulico del Fiume Fine.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA). In particolare, la fascia più prossima al fiume è classificata a pericolosità elevata (PI3), mentre quelle adiacenti sono considerate a pericolosità media (PI2).</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 33 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.7 T.O.C. MALANDRONE



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 34 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-A-C16 (6,2 m) LP-A-B25 (25 m)
Indagini indirette	LP-A-E06 LP-A-R06
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni estremamente omogenei fino alle massime profondità indagate (25 metri). Si tratta di argille di colore grigio marrone molto consistenti, appartenente alla Formazione delle Argille Azzurre</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati. La TOC attraversa terreni con caratteristiche di permeabilità molto bassa e si può escludere ogni interferenza significativa dell'opera con la circolazione idrica sotterranea.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sottoterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale. Tuttavia, il versante attraversato è caratterizzato da una condizione di instabilità diffusa, riconosciuta e identificata all'interno del Database Geomorfologico della Regione Toscana. Si distinguono due movimenti gravitativi classificati come quiescenti. Si ritiene che la configurazione geometrica del tratto in trenchless escluda ogni interferenza diretta con esse e, pertanto, non siano modificate le condizioni di pericolosità definite per tale area.</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 35 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.8 T.O.C. VIA POTENZA

8	<b>Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) VIA POTENZA</b>	
<b>Inquadramento Territoriale</b>		
<p>— Rif. Met. Livorno - Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar      □ TOC</p> <p>● Sondaggio      ● CPT</p>		
Progressive (cfr. planimetria scala 10:000)	da km 34,526	a km 35,142
Comune	Cecina	
Numero CTR	294030	
<b>ID elaborato grafico di progetto</b>		
NR20049-AT-6C-01324_r0		
<b>Caratteristiche geometriche</b>		
Diametro del tubo di linea (mm)	750	
Lunghezza della Trenchless (m)	623,90	
Inclinazione in Ingresso (°)	8° 00'	
Inclinazione in Uscita (°)	6° 00'	
Raggio di curvatura (m)	1100	
Copertura massima dal pc (m)	23,50	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 36 di 74	<b>Rev.</b> 0

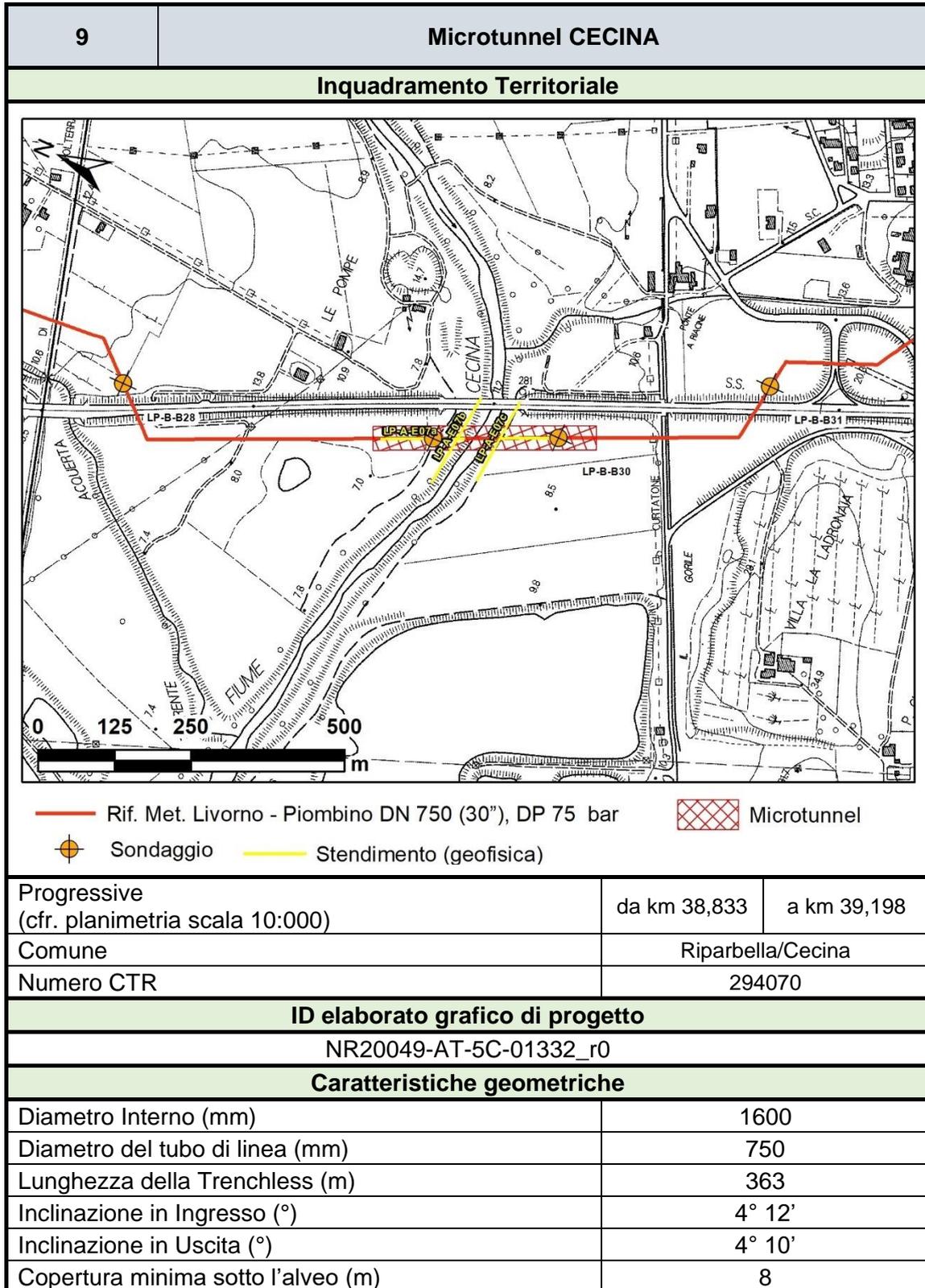
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-A-C17a (15 m) LP-A-B26 (15 m) LP-A-C17b (1 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi. Si osserva un'alternanza tra sabbia media, medio-grossolana e medio-fine in strati di spessore e colore variabile. Lo spessore è generalmente compreso tra i 2 e i 3 metri, mentre il colore varia dal marrone all'avana e al grigio.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 37 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.9 Microtunnel CECINA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 38 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

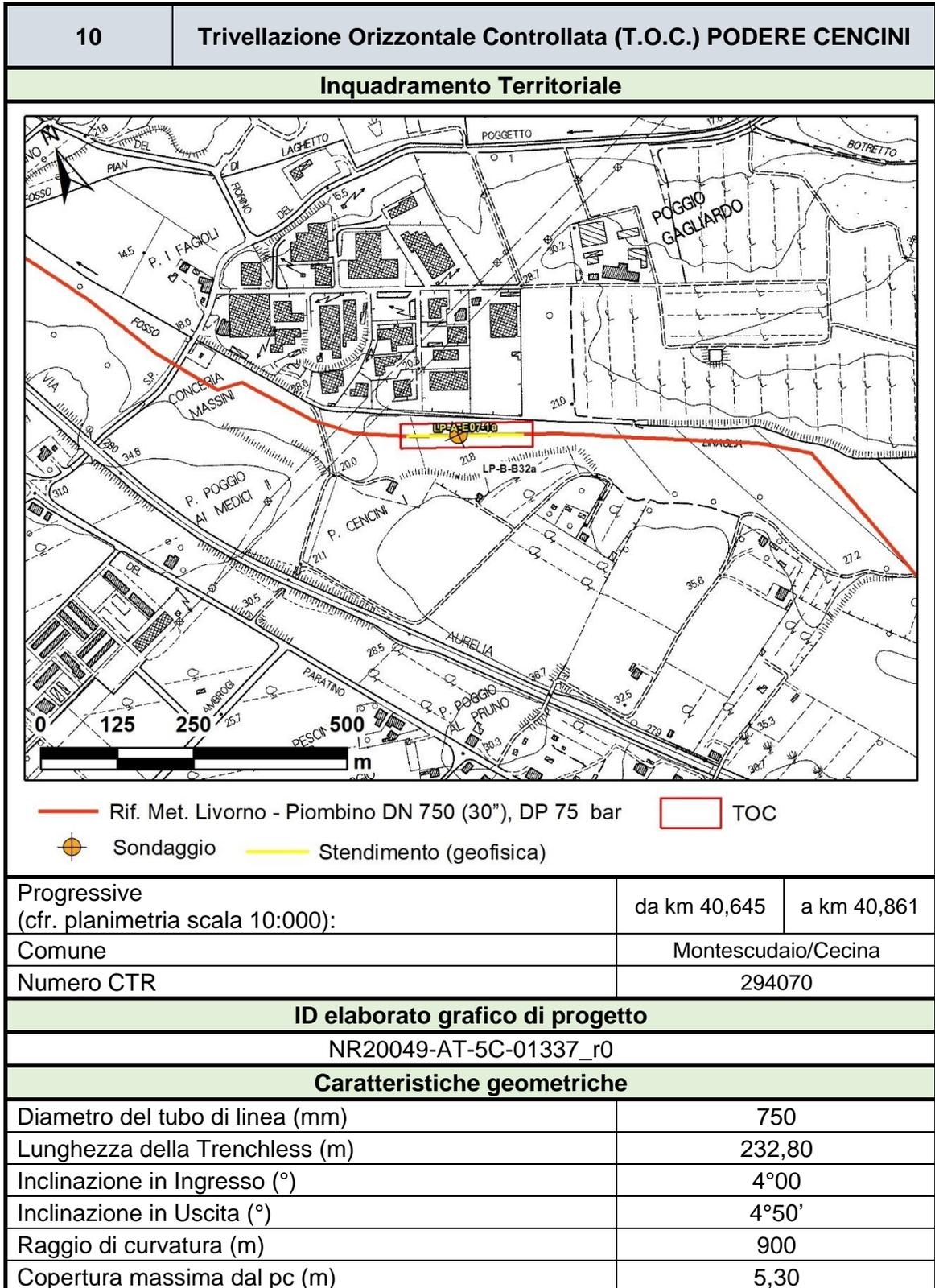
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-B-B29 (15 m) LP-B-B30 (15 m)
Indagini indirette	LP-A-E07a LP-A-E07b LP-A-E07c LP-A-E07d
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali costituiti, in prossimità della zona di alveo, da ghiaia in matrice sabbiosa e limosa e, allontanandosi dall'alveo, da limi argillosi e argille limose. In corrispondenza del sondaggio LP-B-B29, lo spessore dei depositi ghiaiosi è di circa 7,3 metri e raggiunge i 12 metri di profondità.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Sebbene nel corso dell'indagine non si sia rilevata la presenza di alcuna superficie piezometrica, si ritiene che le condizioni idrogeologiche dell'area siano compatibili con un livello della falda poco profondo, correlato al regime idrico del Fiume Cecina e quindi soggetto a periodici e consistenti innalzamenti.</p>	
Interferenze con aree PAI	
<p>La TOC in oggetto si sviluppa completamente all'interno di una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e classificata a pericolosità elevata (PI3).</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO.</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 39 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.10 T.O.C. PODERE CENCINI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 40 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-B32a (20 m)
Indagini indirette	LP-A-E07-1a
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente argillosi.</p> <p>A profondità superiori ai 15 metri, si osserva un aumento della granulometria con la presenza di ghiaia fine sabbiosa e ciottoli di natura eterogenea prevalentemente marnosi.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 41 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.11 T.O.C. PODERE CARLI

<b>11</b>	<b>Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) PODERE CARLI</b>	
<b>Inquadramento Territoriale</b>		
<p>— Rif. Met. Livorno - Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar      □ TOC</p> <p>● CPT</p>		
Progressive (cfr. planimetria scala 10:000):	da km 42,279	a km 42,467
Comune	Cecina	
Numero CTR	294070	
<b>ID elaborato grafico di progetto</b>		
NR20049-AT-5C-01339_r0		
<b>Caratteristiche geometriche</b>		
Diametro del tubo di linea (mm)	750	
Lunghezza della Trenchless (m)	177,70	
Inclinazione in Ingresso (°)	5°00'	
Inclinazione in Uscita (°)	1°20'	
Raggio di curvatura (m)	1000	
Copertura massima dal pc (m)	5,30	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 42 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-C19a (8 m) LP-B-C19b (7 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente argillosi.</p> <p>A profondità superiori ai 6,5 metri, si osserva un lieve aumento della granulometria con la presenza di sabbia limosa e limo sabbioso.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 44 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

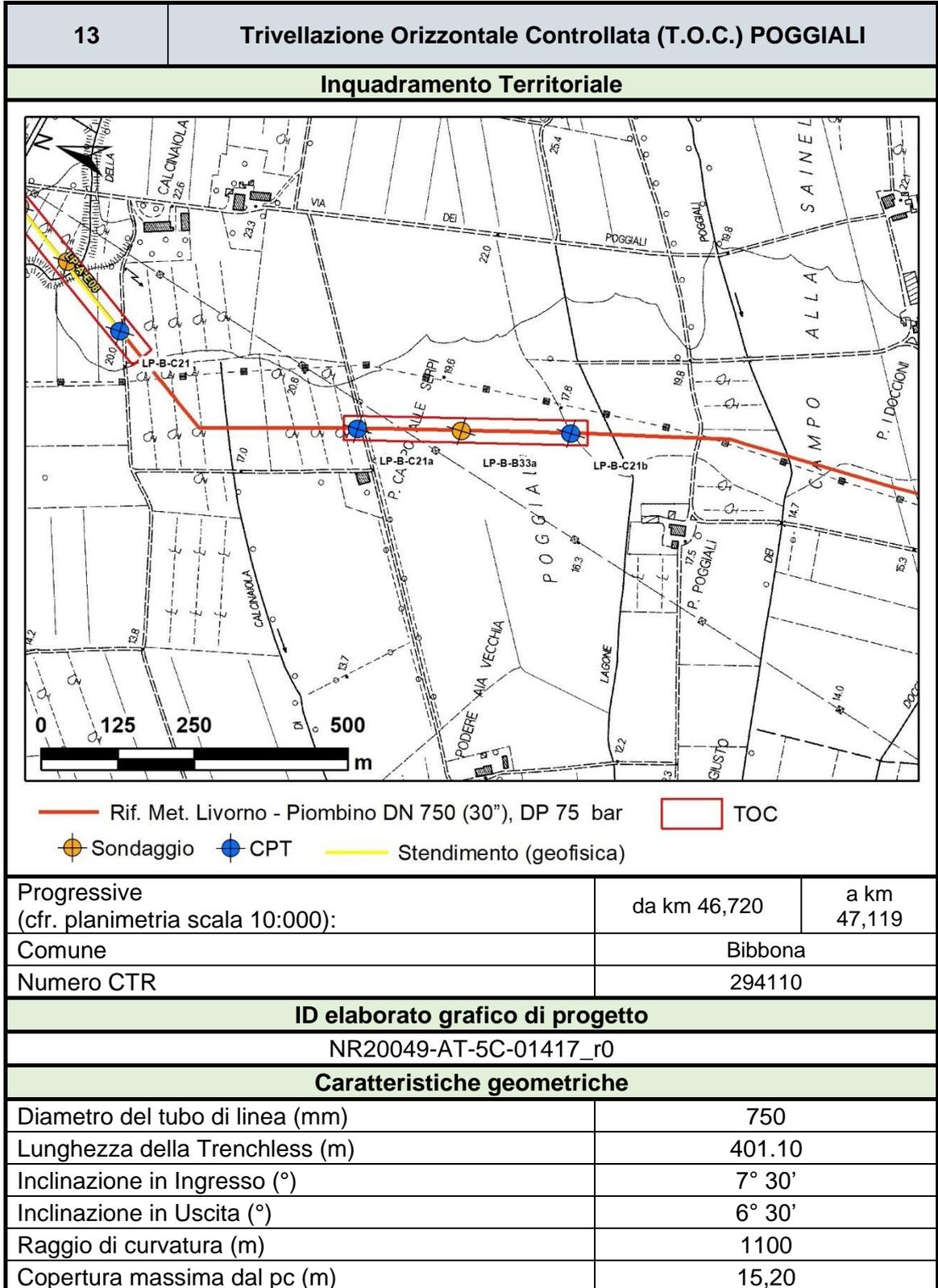
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	S22 (15 m) LP-B-B33 (20 m) LP-B-C21 (10 m)
Indagini indirette	LP-A-E08
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica ha permesso la caratterizzazione dei terreni interessati dalla trivellazione. Nella porzione più superficiale (fino a 7-8 metri di profondità), predominano i livelli argillosi e limosi, mentre i terreni più in profondità si evidenzia la presenza di granulometrie prevalentemente sabbiose.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale ubicata in corrispondenza dell'alveo del Fosso della Madonna e classificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) come zona a pericolosità elevata (PI3).</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 45 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.13 T.O.C. POGGIALI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 46 di 74	<b>Rev.</b> 0

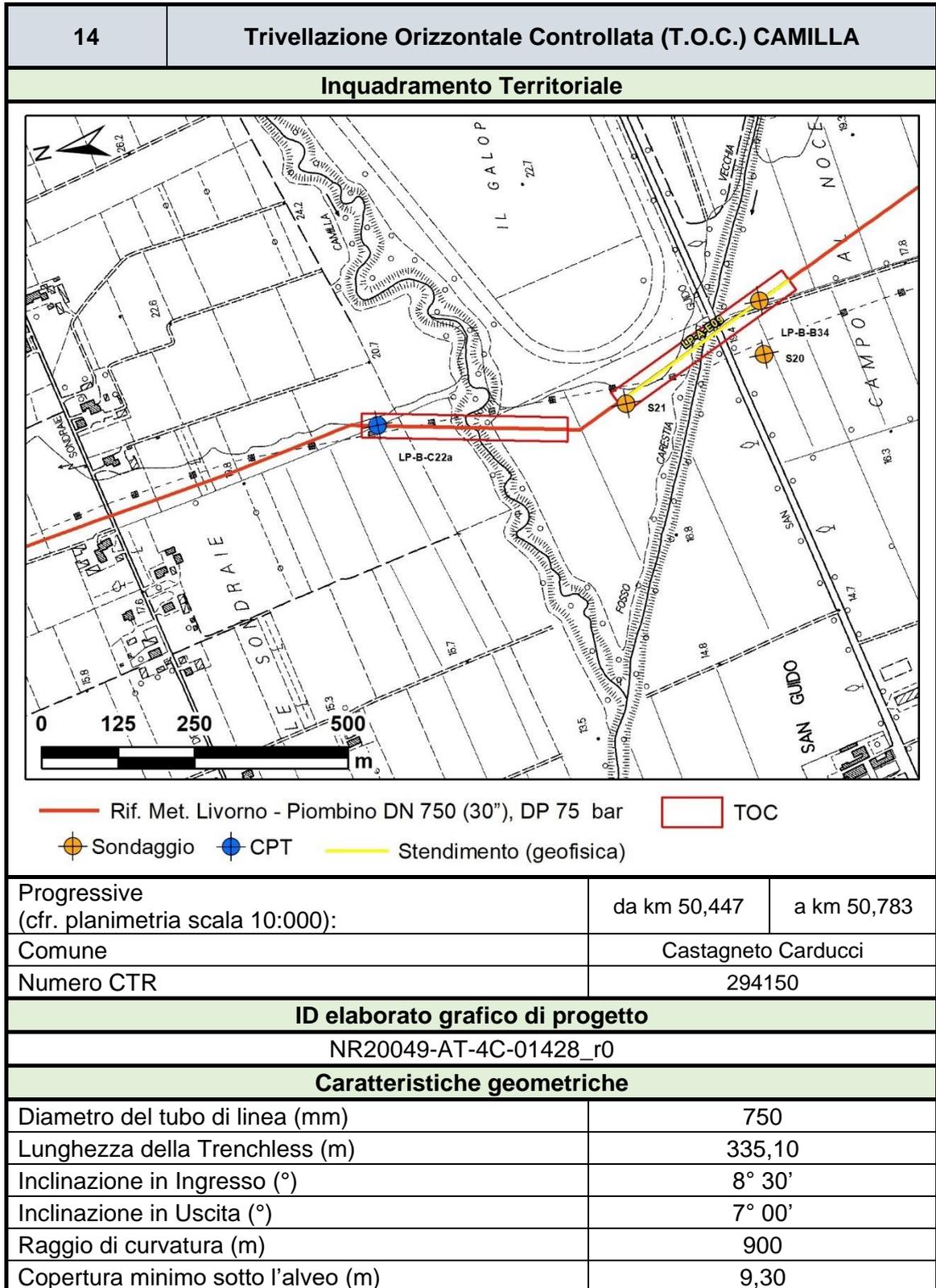
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-C21a (12,2 m) LP-B-B33a (25 m) LP-B-C21b (9,4 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi e argillosi fino alle massime profondità indagate (25 metri). I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA). In particolare, il tratto meridionale della TOC interferisce con una zona in prossimità del Fosso Fonte di Lagone, classificata a pericolosità media (PI2) e termina in una zona classificata a pericolosità elevata (PI3).	
<b>Complessità costruttiva</b>	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fig. 47 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.14 T.O.C. CAMILLA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 48 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-C22a (14 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi e limoso-argillosi, fino alle massime profondità indagate (25 metri). I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuata, all'interno dei terreni indagati, si è rilevata la presenza di una superficie piezometrica posta a circa 7 metri di profondità, in corrispondenza di uno strato a granulometria sabbiosa, sovrastante un livello con ghiaia in matrice limoso-sabbiosa.</p>	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
<p>L'estremità meridionale della TOC in oggetto interferisce per pochi metri con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e classificata a pericolosità media (PI2)</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 49 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.15 T.O.C. CARESTIA VECCHIA

<b>15</b>	<b>Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) CARESTIA VECCHIA</b>	
<b>Inquadramento Territoriale</b>		
Progressive (cfr. planimetria scala 10:000):	da km 50,879	a km 51,222
Comune	Castagneto Carducci	
Numero CTR	294150	
<b>ID elaborato grafico di progetto</b>		
NR20049-AT-4C-01429_r0		
<b>Caratteristiche geometriche</b>		
Diametro del tubo di linea (mm)	750	
Lunghezza della Trenchless (m)	341,10	
Inclinazione in Ingresso (°)	8°30'	
Inclinazione in Uscita (°)	7°00'	
Raggio di curvatura (m)	900	
Copertura minima sotto l'alveo (m)	9,90	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 50 di 74	<b>Rev.</b> 0

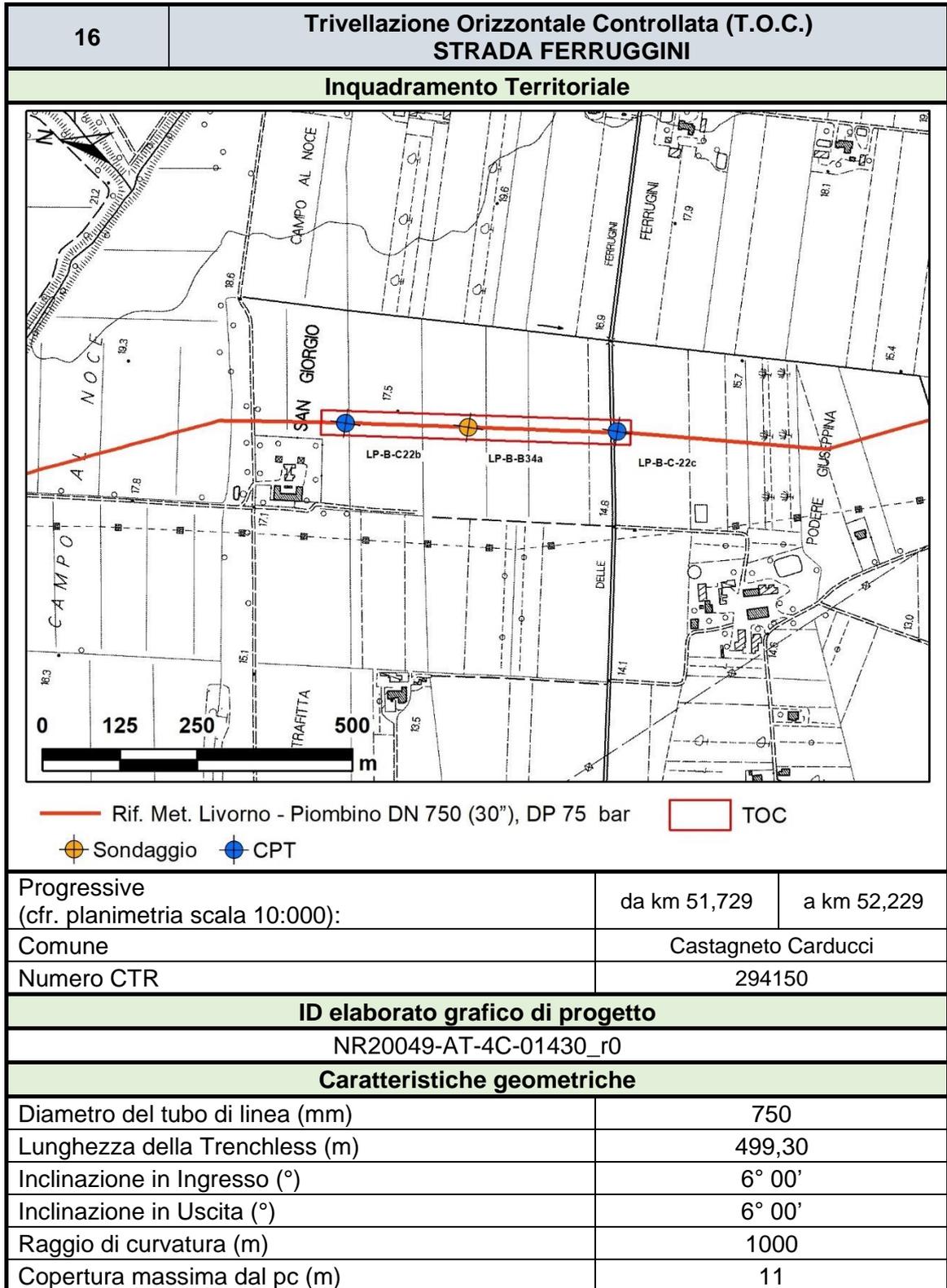
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	S21 (25 m) S20 (15 m) LP-B-B34 (20 m)
Indagini indirette	LP-A-E09
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi e limosi fino alle massime profondità indagate (25 metri). I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuata, all'interno dei terreni indagati, si è rilevata la presenza di una superficie piezometrica posta a circa 7,4 metri di profondità, in corrispondenza di uno strato a granulometria sabbiosa, sovrastante un livello con ghiaia in matrice limoso-sabbiosa.	
Interferenza con aree PAI	
L'estremità meridionale della TOC in oggetto interferisce per pochi metri con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e classificata a pericolosità media (PI2)	
Complessità costruttiva	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 51 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.16 T.O.C. STRADA FERRUGINI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 52 di 74	<b>Rev.</b> 0

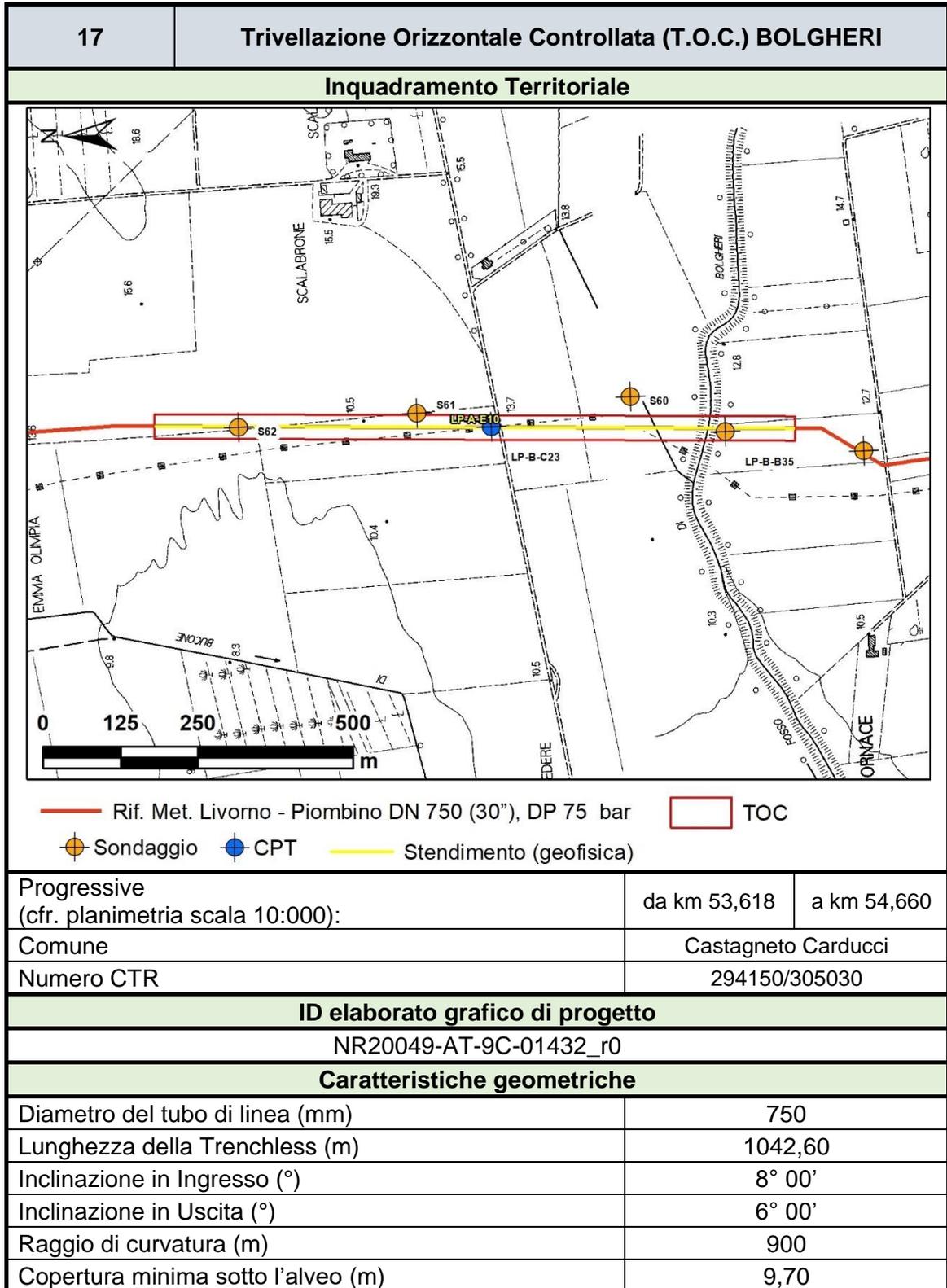
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-B-C22b (11,7 m) LP-B-B34a (25 m) LP-B-C-22c (9 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi fino alle massime profondità indagate (25 metri). I terreni risultano generalmente uniformi anche se si segnala un livello di ghiaia grossolana in matrice sabbiosa spesso circa 2,5 metri, tra 19.6 e 22.1 metri.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.	
Interferenza con aree PAI	
La TOC in oggetto si sviluppa completamente all'interno di una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e classificata a pericolosità media (PI2).	
Complessità costruttiva	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 53 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.17 T.O.C. BOLGHERI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 54 di 74	<b>Rev.</b> 0

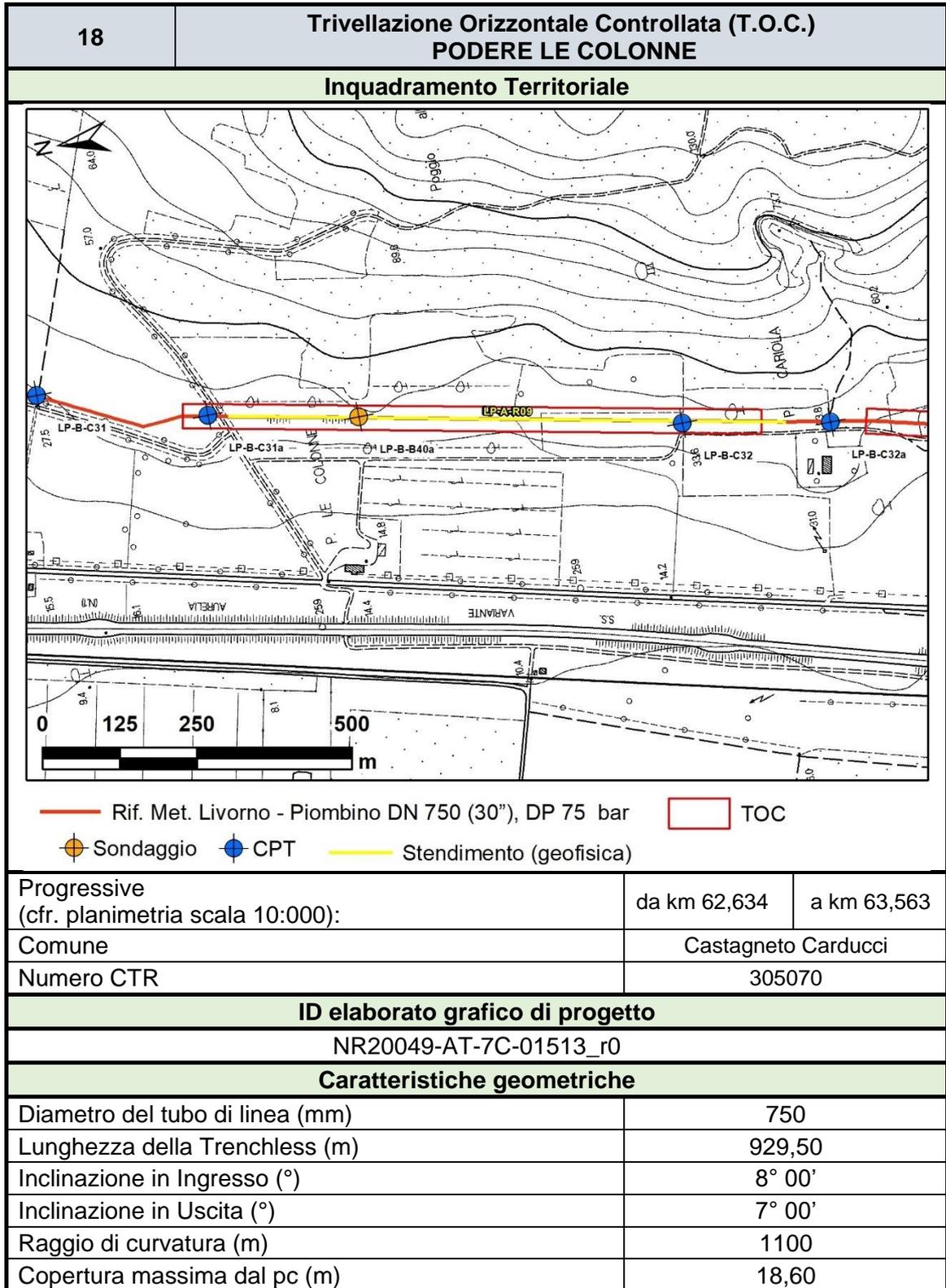
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	S62 (20 m) S61 (20 m) LP-B-C23 (6 m) S60 (20 m) LP-B-B35 (20 m)
Indagini indirette	LP-A-E10
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi fino alle massime profondità indagate (20 metri). I terreni risultano molto uniformi e privi di intercalazioni significative.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuata, all'interno dei terreni indagati, si è rilevata la presenza di una superficie piezometrica posta a circa 7,4 metri di profondità, in corrispondenza di uno strato a granulometria sabbioso-ghiaiosa.	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA). In particolare, il tratto meridionale della TOC si sviluppa all'interno di una zona classificata a pericolosità media (PI2) e attraversa, in corrispondenza del Fosso Bolgheri, una zona a pericolosità elevata (PI3).	
<b>Complessità costruttiva</b>	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO.	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 55 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.18 T.O.C. PODERE LE COLONNE



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 56 di 74	<b>Rev.</b> 0

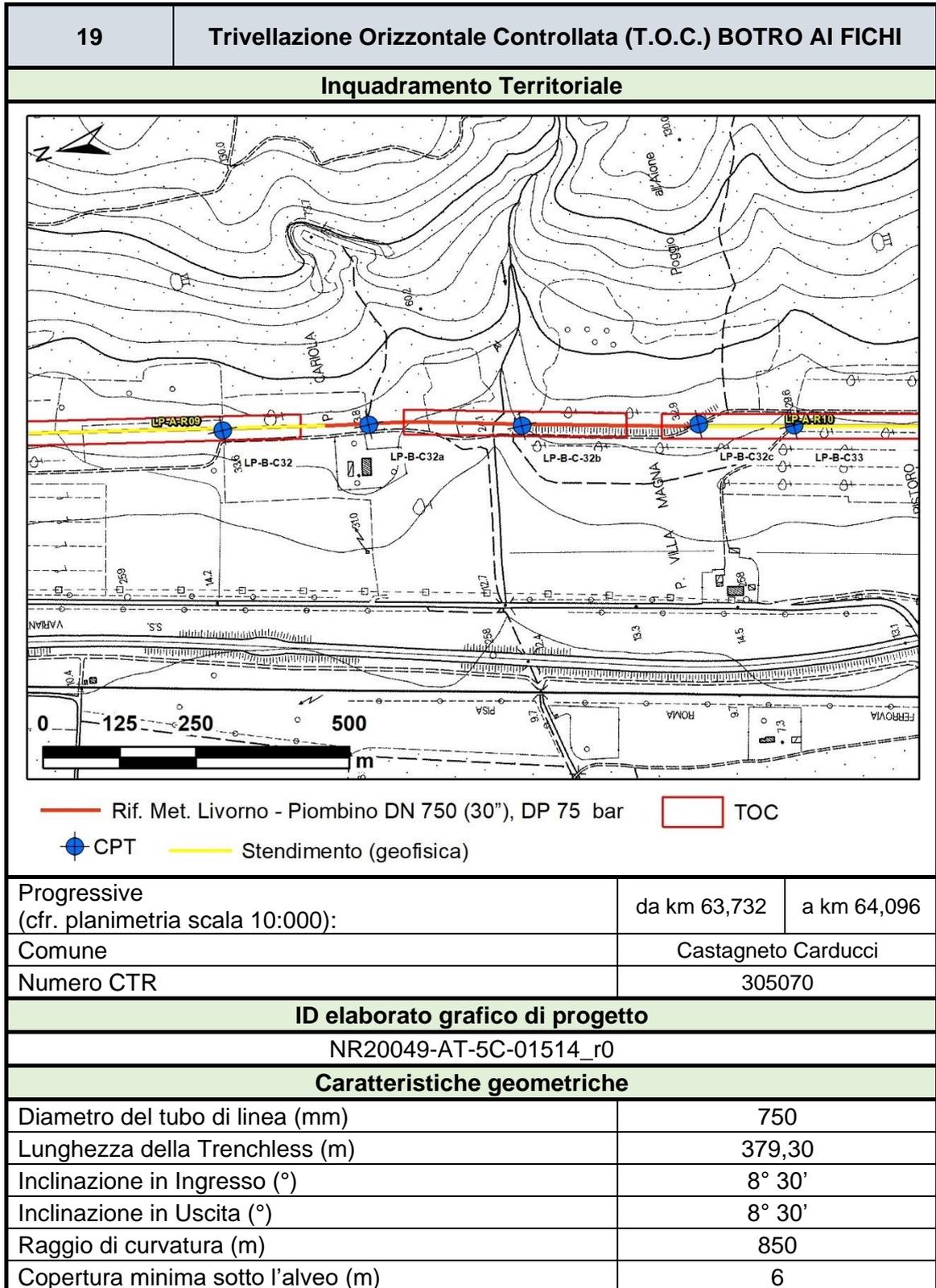
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-C31a (15 m) LP-B-B40a (25 m) LP-B-C32 (12 m)
Indagini indirette	LP-A-R09
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi e argillosi fino alle massime profondità indagate (25 metri). I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale	
<b>Complessità costruttiva</b>	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-BASSO.	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 57 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.19 T.O.C. BOTRO AI FICHI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 58 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

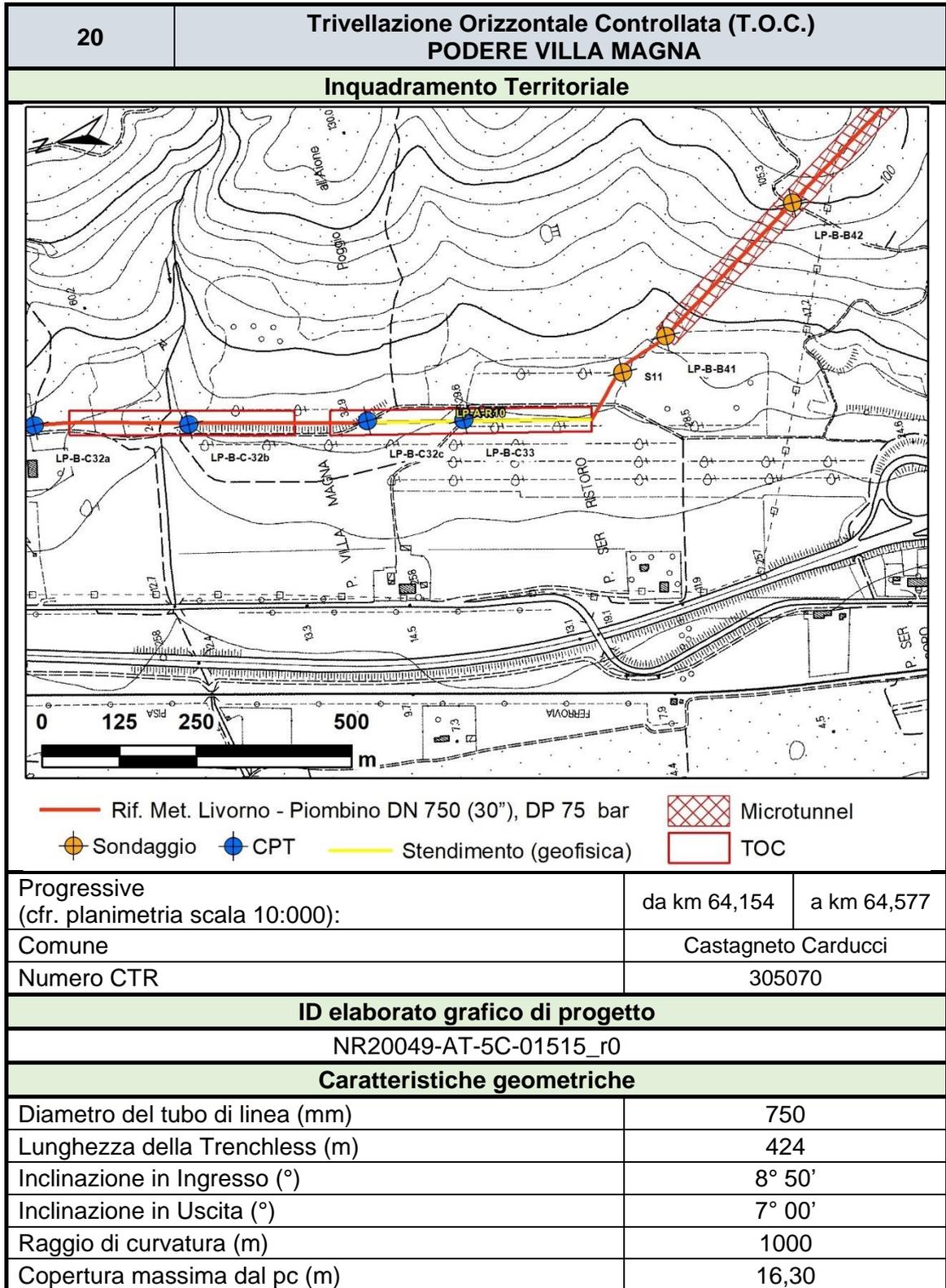
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-B-C-32a (2.7 m) LP-B-C-32b (0.7 m) LP-B-C-32c (6,8 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi e argillosi estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.	
Interferenza con aree PAI	
L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale	
Complessità costruttiva	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO.	



<b>PROGETTISTA</b>		<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 59 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.20 T.O.C. PODERE VILLA MAGNA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 60 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

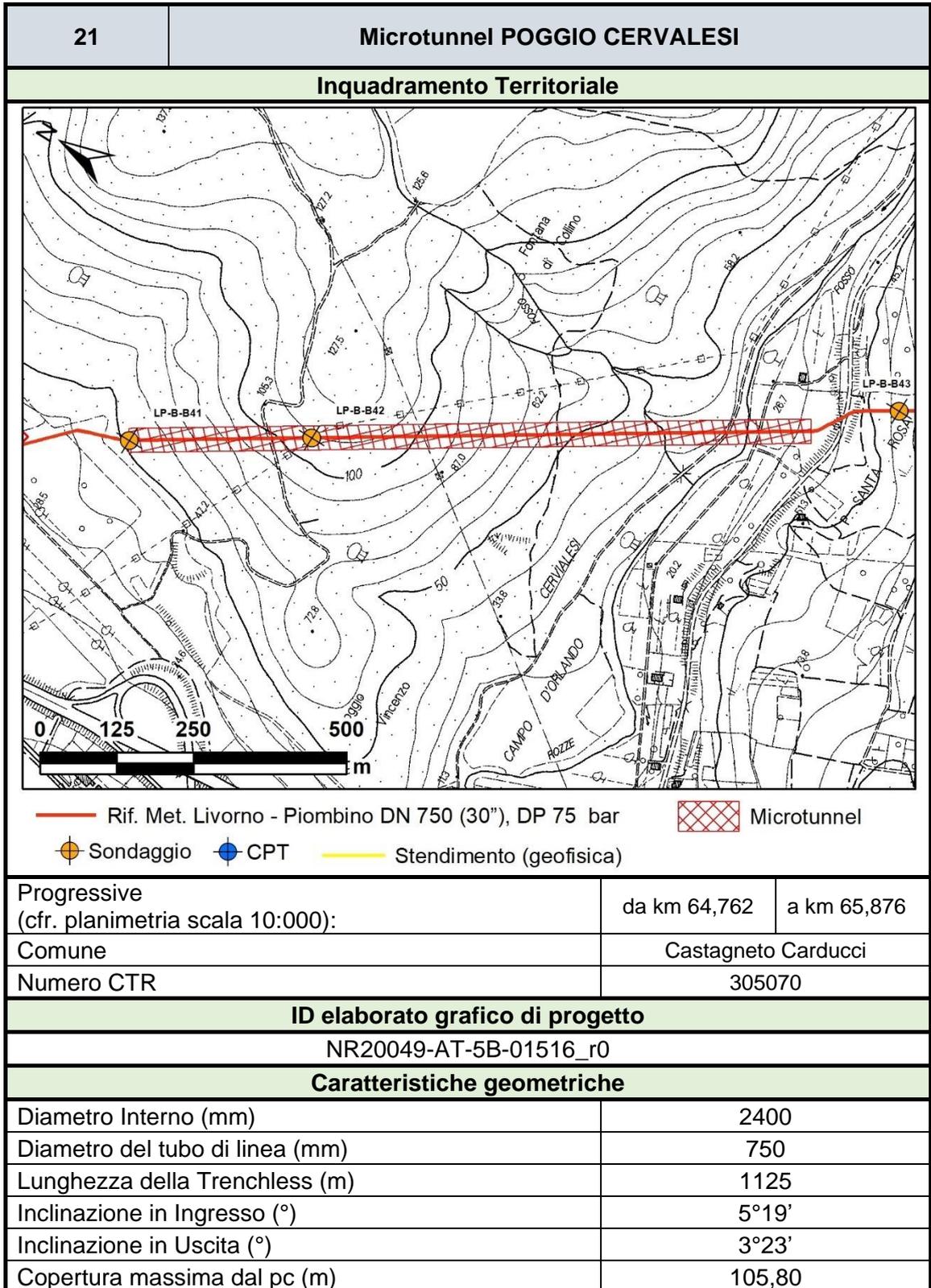
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-B-C32c (7 m) LP-B-C33 (2,9 m)
Indagini indirette	LP-A-R10
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi fino alle massime profondità indagate (20 metri). I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO.</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse		Fg. 61 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.21 Microtunnel POGGIO CERVALESI



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 62 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

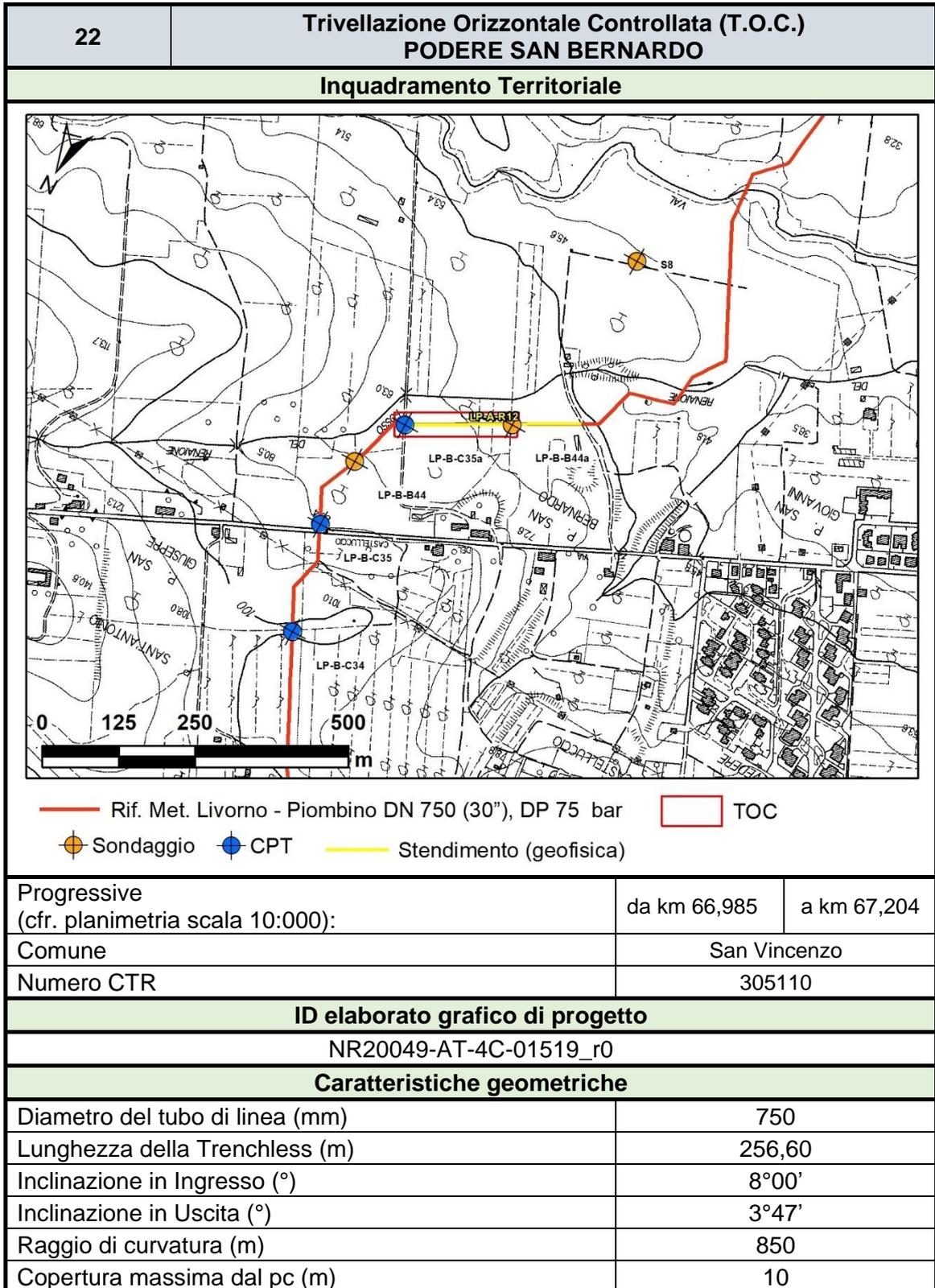
<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-B41 (15 m) LP-B-B42 (40 m) S10 (25 m)
Indagini indirette	
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica mostra una conformazione litologica piuttosto varia in corrispondenza del tracciato del microtunnel. In particolare, la postazione di monte è ubicata su terreni alluvionali a granulometria sabbiosa, estremamente uniforme, mentre in quella di valle sono presenti coltri detritiche con inclusi blocchi litoidi alternati a depositi sabbiosi. Il tratto in sotterraneo, invece, si sviluppa all'interno della formazione delle Rioliti che, tuttavia, appare in superficie con un elevato grado di alterazione.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica è stata rilevata la presenza di superfici piezometriche a profondità comprese tra 7.50 metri e 9.30 metri nella zona della postazione di valle (pozzo di spinta). I valori di soggiacenza della falda sono connessi con il regime idrico del Fosso delle Rozze, che è attraversato nel tratto iniziale della trivellazione.</p>	
<b>Interferenze con aree PAI</b>	
<p>L'estremità meridionale del Microtunnel, in corrispondenza del Fosso delle Rozze, interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e classificata a pericolosità media (PI2)</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-ALTO.</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 63 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.22 T.O.C. PODERE SAN BERNARDO



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 64 di 74	<b>Rev.</b> 0

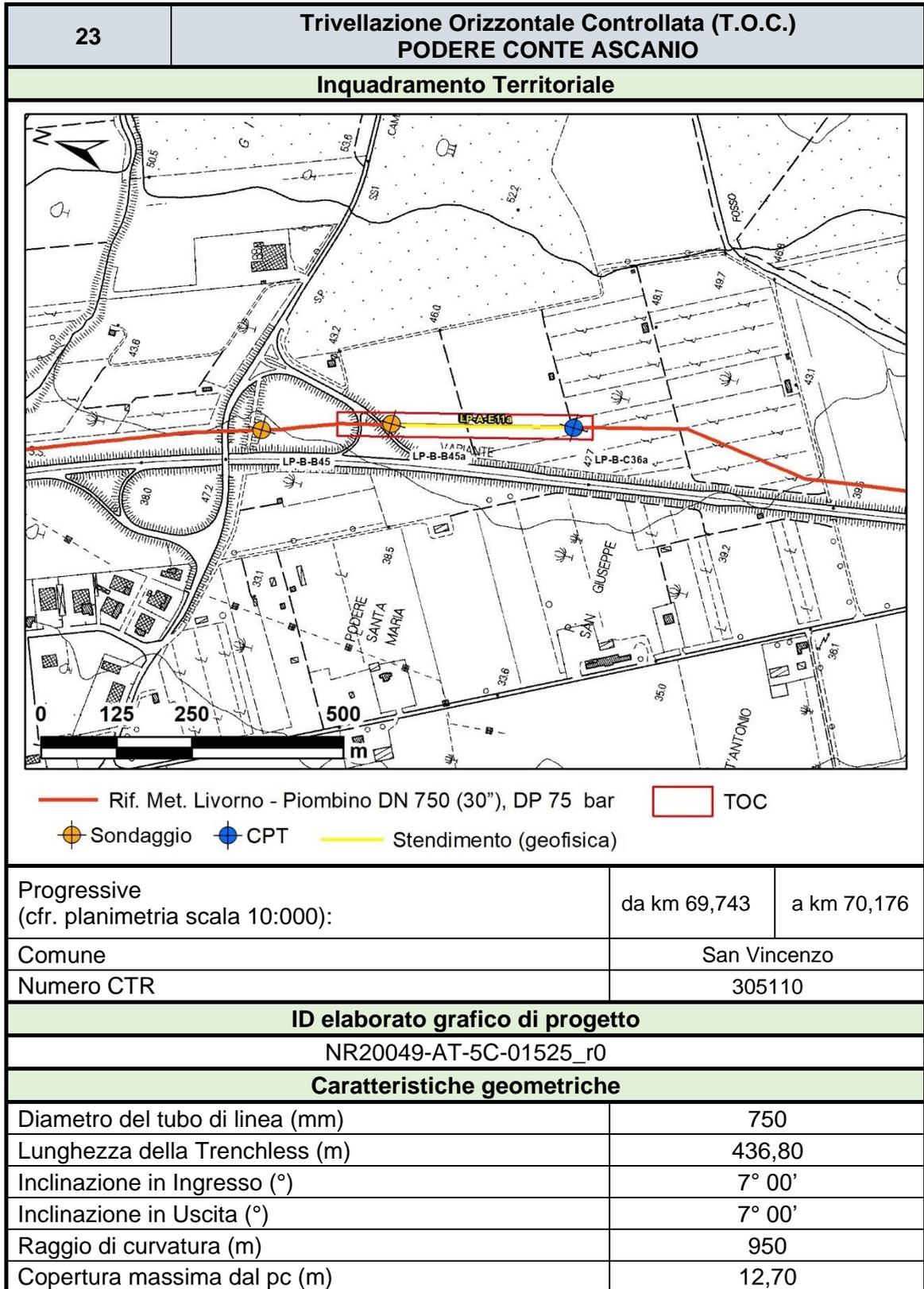
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-C35a (15 m) LP-B-B44a (15 m)
Indagini indirette	LP-A-R12
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica mostra una conformazione litologica caratterizzata dalla presenza di depositi sabbiosi e argillosi sovrastanti la formazione rocciosa costituita dalle rioliti. In prossimità del punto di uscita della trivellazione, il substrato è stato rilevato ad una profondità di 3,6 metri dal piano campagna mentre, in corrispondenza del punto di ingresso, non si è riscontrato fino alla massima profondità indagata (15 metri). Le indagini sismiche indicano che, in quest'ultima zona, il substrato possa essere ubicato ad una profondità compresa tra i 20 e i 25 metri dal piano campagna.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
<b>Interferenze con aree PAI</b>	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
<b>Complessità costruttiva</b>	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-ALTO.</p>	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 65 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.23 T.O.C. PODERE CONTE ASCANIO



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 66 di 74	<b>Rev.</b> 0

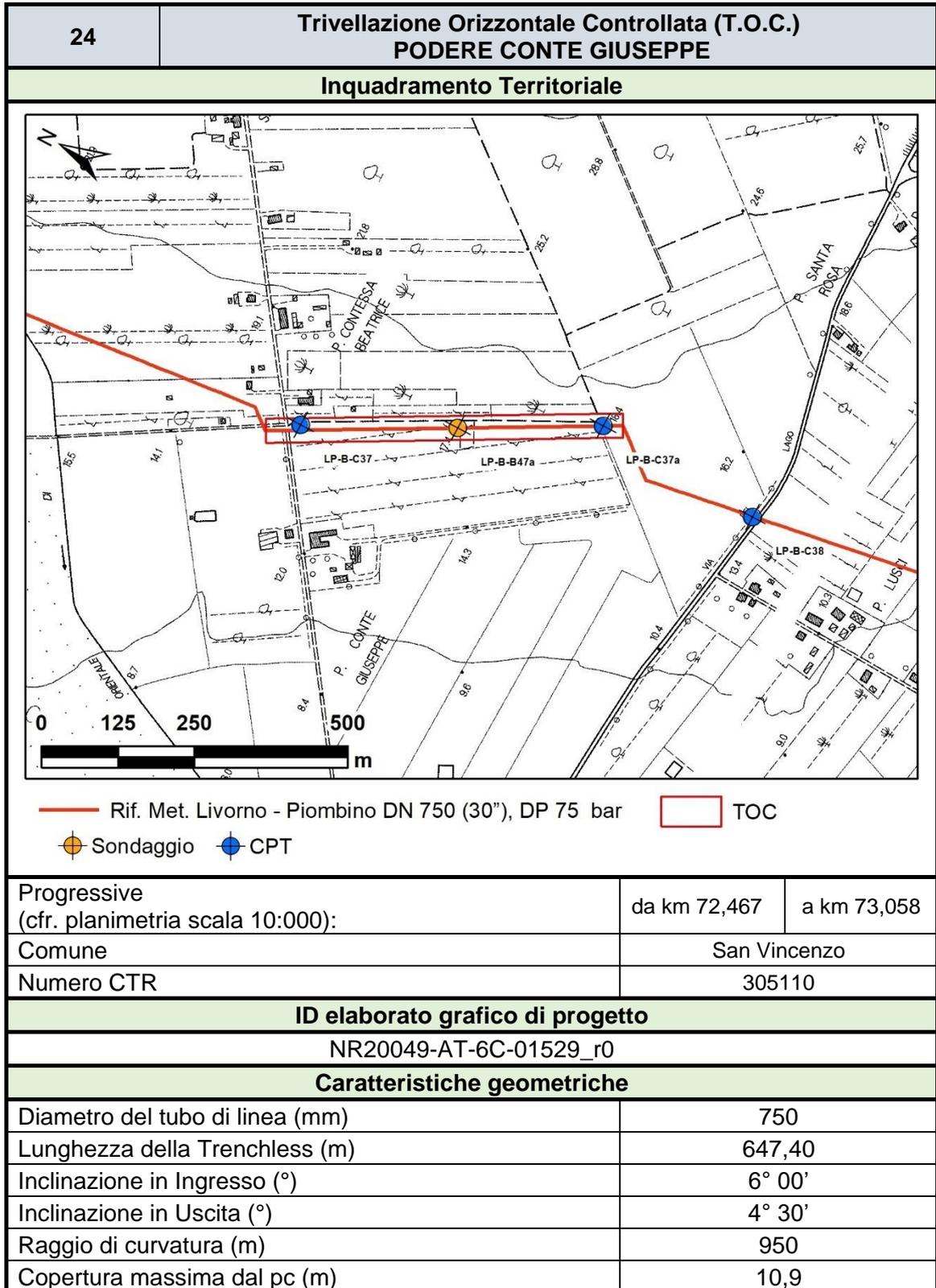
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-B-B45a (15 m) LP-B-C36a (2,3 m)
Indagini indirette	LP-A-E11a
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi fino alle massime profondità indagate (15 metri). Sebbene i terreni risultino piuttosto uniformi, si rileva una alternanza di sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con sottili intercalazioni limose e sporadici inclusi nerastri carboniosi.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO.</p>	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 67 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.24 T.O.C. PODERE CONTE GIUSEPPE



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 68 di 74	<b>Rev.</b> 0

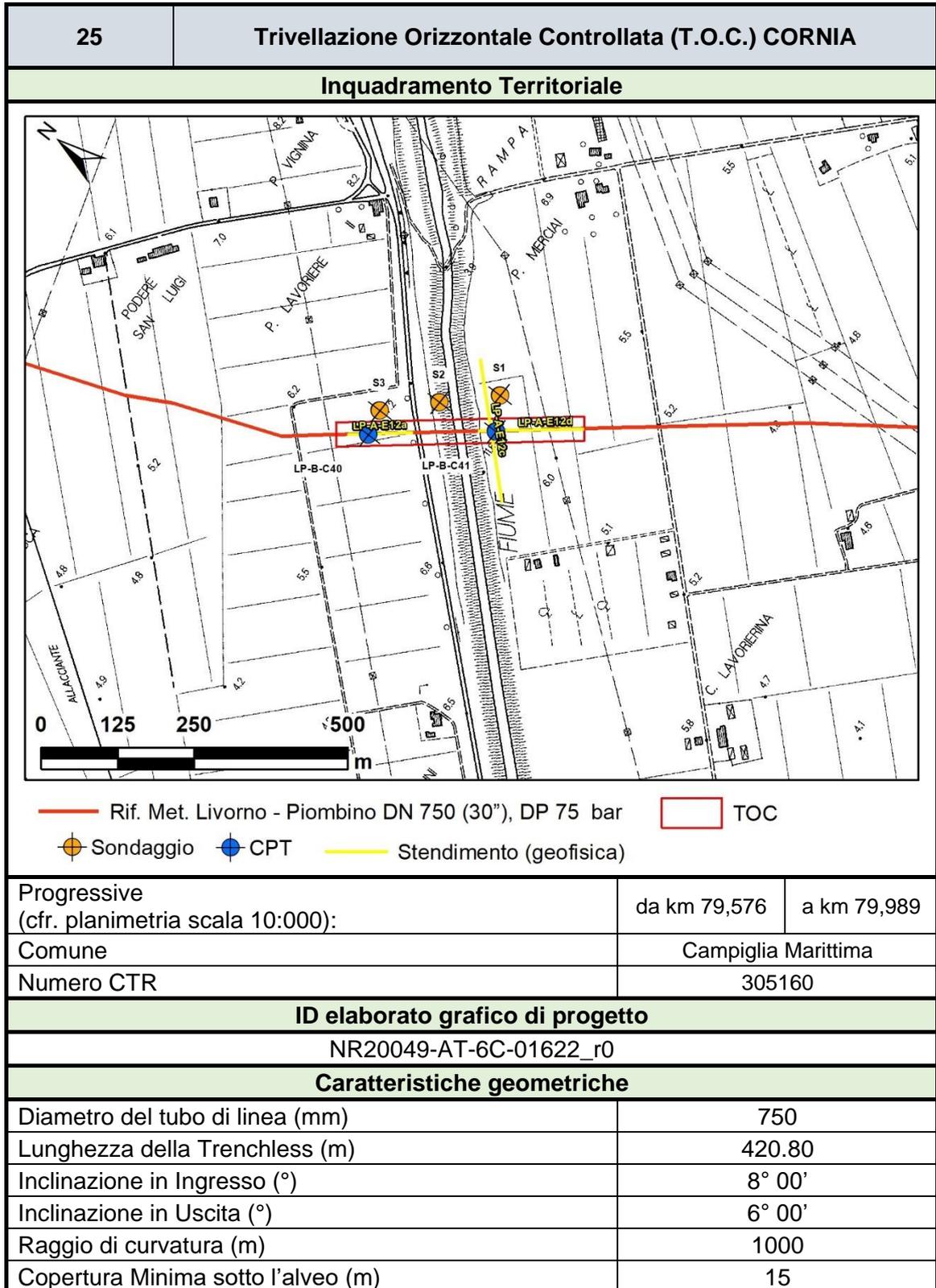
Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

<b>Caratteristiche geologiche</b>	
Indagini dirette	LP-B-C37 (13,8 m) LP-B-B47a (25 m) LP-B-C37a (15,9 m)
Indagini indirette	/
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di depositi sciolti lagunari prevalentemente sabbiosi fino alle massime profondità indagate (25 metri). I terreni risultano estremamente uniformi e privi di intercalazioni significative.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica effettuate non si è rilevata la presenza di superfici piezometriche all'interno dei terreni indagati.	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
L'area interessata dalla realizzazione dell'opera in sotterraneo non presenta interferenze con le aree censite dal Piano per Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto Appenninico Settentrionale	
<b>Complessità costruttiva</b>	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità BASSO.	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 69 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.25 T.O.C. CORNIA



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 70 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

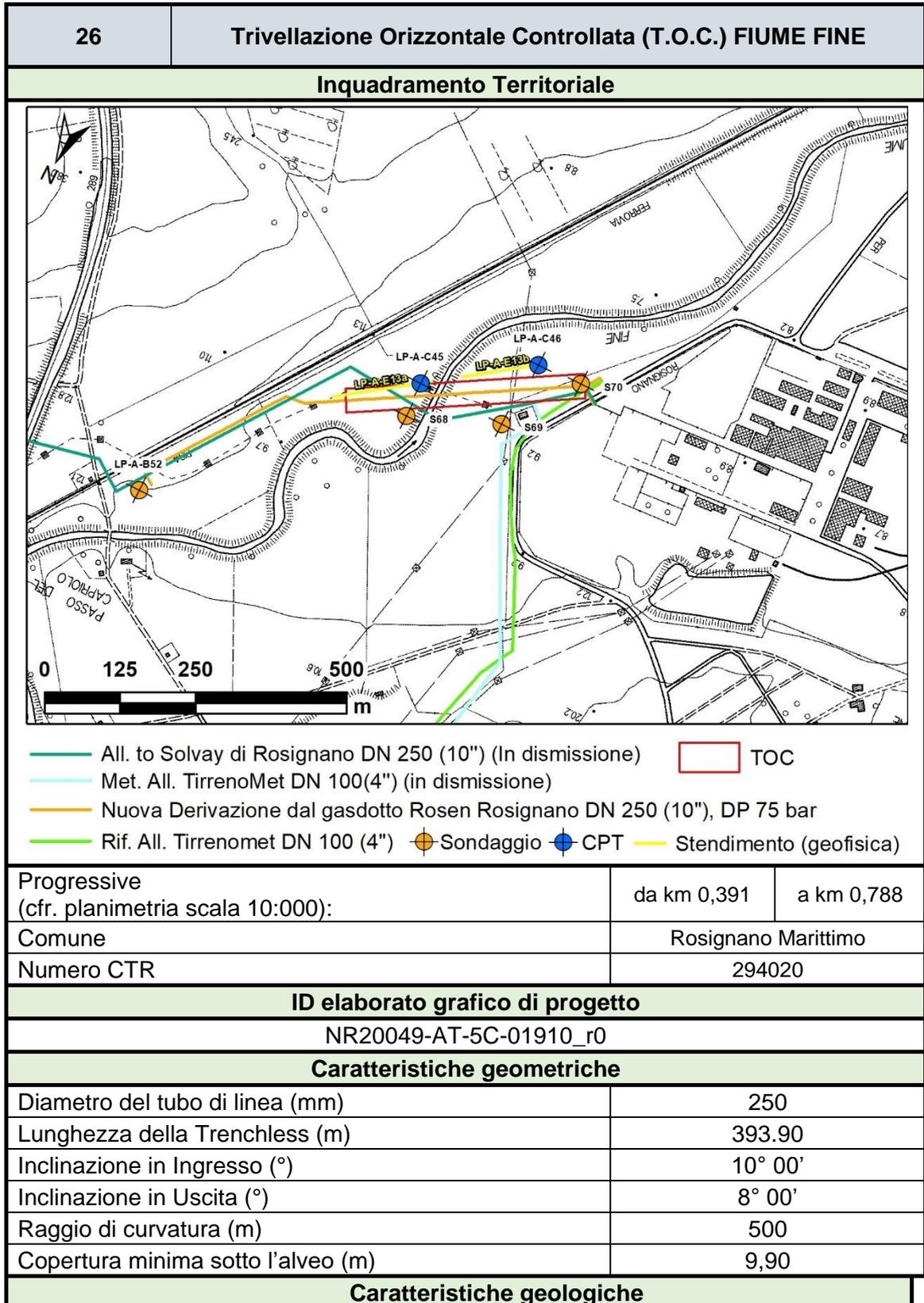
Caratteristiche geologiche	
Indagini dirette	LP-B-C40 (11,4 m) S3 (20 m) S2 (20 m) S1 (20 m) LP-B-C41 (9,8 m)
Indagini indirette	LP-A-E12a LP-A-E12c LP-A-E12d
<b>Caratteristiche litologiche</b> <p>L'esame dei dati stratigrafici e geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi e secondariamente argillosi fino alle massime profondità indagate (20 metri). Si rileva la presenza di uno strato a granulometria più grossolana (sabbia e ghiaia, ad una profondità compresa tra i 3 e i 6 metri dal piano campagna.</p>	
<b>Presenza Falda</b> <p>Nel corso della campagna geognostica è stata rilevata la presenza di una superficie piezometrica alla profondità di circa 5.5 metri dal piano campagna, in corrispondenza dello strato più permeabile. Si ritiene che la profondità della falda sia strettamente connessa al regime idraulico del Fiume Cornia</p>	
Interferenza con aree PAI	
<p>La TOC in oggetto interferisce con una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA). In particolare, l'area a nord del fiume è classificata a pericolosità media (PI2), mentre quella a sud è considerata a pericolosità elevata (PI3).</p>	
Complessità costruttiva	
<p>In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-BASSO.</p>	



<b>PROGETTISTA</b>	SAIPEM	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
<b>LOCALITA'</b>	REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b>	Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 71 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

#### 4.2.26 T.O.C. Fiume Fine



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 72 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

Indagini dirette	S68 (30 m) LP-A-C45 (15 m) S69 (25 m) LP-A-C46 (15,9 m) S70 (15 m)
Indagini indirette	LP-A-E13a LP-A-E13b
<b>Caratteristiche litologiche</b> L'esame dei dati geotecnici ottenuti con la campagna geognostica evidenzia la presenza di terreni alluvionali a granulometria prevalentemente sabbiosa e argillosa. In alcuni livelli si rileva la presenza di ghiaia fine in matrice argillosa e limosa.	
<b>Presenza Falda</b> Nel corso della campagna geognostica è stata rilevata la presenza di una superficie piezometrica a profondità comprese tra 2.5 2 4.5 metri dal piano campagna. Si ritiene che la profondità della falda sia strettamente connessa al regime idraulico del Fiume Fine.	
<b>Interferenza con aree PAI</b>	
La TOC in oggetto si sviluppa completamente all'interno di una zona a pericolosità fluviale identificata nel Piano di Gestioni delle Alluvioni (PGRA) e classificata a pericolosità elevata (PI3).	
<b>Complessità costruttiva</b>	
In considerazione delle caratteristiche geometriche del tratto in trenchless e delle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, si ritiene che l'opera possa essere eseguita con un livello di criticità MEDIO-BASSO.	

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 73 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

## 5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'obiettivo del presente documento è descrivere le caratteristiche geometriche delle opere *Trenchless* e le caratteristiche geologiche dei terreni interessati dalle opere stesse. Le configurazioni geometriche dei profili, illustrate negli elaborati grafici ai quali si fa riferimento, sono state definite in base alle condizioni geometriche e geomorfologiche delle aree interessate dalle opere.

Le opere trenchless sono state adottate con lo scopo di sottopassare le possibili superfici di scivolamento dei movimenti gravitativi individuati e, soprattutto, evitare interferenze con corsi d'acqua e colture pregiate (vigneti e uliveti). I metodi costruttivi trenchless previsti in progetto, sono il *Microtunnelling* (MT) e la *Trivellazione Orizzontale Controllata* (T.O.C.).

Dal punto di vista costruttivo, ognuno degli attraversamenti in progetto presenta delle complessità che sono dipendenti dalla natura dei terreni attraversati, dalla configurazione geometrica dell'attraversamento e dai limiti di applicabilità del metodo costruttivo previsto. La sottostante Tabella 5.1/A elenca, il livello di complessità costruttiva atteso.

**Tabella 5.1/A - Attraversamenti Trenchless e livello di complessità costruttiva**

ID	Metodologia costruttiva	Denominazione dell'attraversamento	Progress. Imbocco monte s.g (km)	Progress.imbocco valle s.g (km)	Lunghezza (m)	Livello di criticità costruttiva della trenchless (Basso. Medio, Alto)
1	TOC	Frescobaldi	1,93	2,19	298	BASSO
2	TOC	Tora	2,20	2,64	448	BASSO
3	TOC	Morra	7,64	8,00	374	BASSO
4	TOC	Panpersa	8,70	9,30	603	BASSO
5	TOC	Campo al Rena	15,14	16,03	887	MEDIO
6	TOC	Fiume Fine	24,05	24,47	419	MEDIO
7	TOC	Malandrone	31,13	31,66	558	MEDIO-BASSO
8	TOC	Via Potenza	34,53	35,14	624	BASSO
9	MT	Cecina	38,83	39,20	363	MEDIO
10	TOC	Podere Cencini	40,65	40,86	233	MEDIO-BASSO
11	TOC	Podere Carli	42,28	42,47	178	BASSO
12	TOC	Madonna	46,01	46,33	328	BASSO
13	TOC	Poggiali	46,72	47,12	401	BASSO
14	TOC	Camilla	50,45	50,78	335	BASSO
15	TOC	Carestia Vecchia	50,88	51,22	341	BASSO
16	TOC	Strada Ferruggini	51,73	52,23	499	BASSO
17	TOC	Bolgheri	53,62	54,66	1043	MEDIO

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NR/20049	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> REGIONE TOSCANA	<b>MI-TCH-E-03038</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> Rif. met. Livorno-Piombino DN 750 (30"), DP 75 bar ed opere connesse	Fg. 74 di 74	<b>Rev.</b> 0

Rif. SAIPEM: 023113-010-SPC-LA-E-83038

18	TOC	Podere le Colonne	62,63	63,56	930	MEDIO-BASSO
19	TOC	Botro ai Fichi	63,73	64,01	379	MEDIO
20	TOC	Podere Villa Magna	64,15	64,58	424	BASSO
21	MT	Poggio Cervalesi	64,76	65,88	1125	MEDIO-ALTO
22	TOC	Podere San Bernardo	66,99	67,20	257	MEDIO-ALTO
23	TOC	Podere Conte Ascanio	69,74	70,18	437	BASSO
24	TOC	Podere Conte Giuseppe	72,47	73,06	647	BASSO
25	TOC	Cornia	79,58	79,99	421	MEDIO-BASSO
26	TOC	Fiume Fine	0,39	0,79	394	MEDIO-BASSO

Si evidenzia che le opere con le metodologie costruttive e con le configurazioni geometriche adottate, sono considerate tecnicamente fattibili e in grado di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio dell'infrastruttura.