



Gestore unico del servizio Idrico Integrato dell'ATO Sardegna



AUTORITA' D'AMBITO SARDEGNA - A.T.O



BOSA



MAGOMADAS



TRESNURAGHES

PROGETTO DEFINITIVO

**ADEGUAMENTO SCHEMA FOGNARIO DEPURATIVO
N°135 "BOSA" (OR) - COLLETTORI E DEPURATORE**

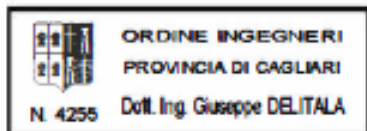
Elaborato
4.a.12
Ago.2018

Studio di Impatto Ambientale

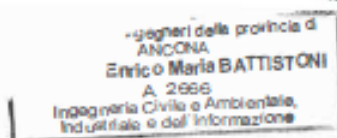
Piano preliminare di utilizzo terre e rocce escluse dalla disciplina dei rifiuti

D.P.R. 120/2017

PROGETTISTI (ATI CBR)



PROGETTISTI (ACCIONA)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Felice Mottura

Firma

INTERVENTO COLLETTORI

MANDATARIA



MANDANTE

COGEM S.r.l.

INTERVENTO DEPURATORE



**4.a.12 - Piano preliminare di utilizzo terre e rocce da
scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti**

(Art. 24, c.3 del D.P.R 120/2017)

1.....Premessa	3
2.....Riferimenti normativi	5
3.....Inquadramento territoriale	6
3.1 Inquadramento urbanistico e destinazioni d'uso	7
4.....DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	14
4.1 Descrizione puntuale delle opere previste nei vari tratti	14
5.....INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	20
5.1 Contesto geologico	20
5.2 Caratteri litostratigrafici	25
5.3 Campagna di indagini geognostiche	29
5.4 Contesto idrogeologico	34
6.....PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI	39
6.1 Descrizione delle indagini e delle modalità di esecuzione	39
6.2 Localizzazione dei punti di campionamento	44
6.3 Elenco delle sostanze da ricercare (All.4 – D.Lgs. 152/2006).....	49
6.4 Metodiche analitiche e dei limiti di quantificazione.....	51
6.4.1 Parametri BTEX e IPA	51
7.....UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO.....	52
7.1 Suddivisione dei volumi di scavo e siti di produzione.....	52
7.1.1 Collettori.....	52
7.1.2 Depuratore	56
7.2 Suddivisione dei materiali e processi di produzione e impiego.....	57
7.2.1 Normale pratica industriale	60
7.2.2 Utilizzo dei materiali da scavo nel sito di produzione e impiego come sottoprodotti	62
7.3 Individuazione dei percorsi e modalità e tipologia di trasporto.....	63
7.4 Descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava.....	63
7.5 Descrizione degli esuberi di materiale proveniente dagli scavi	66
7.6 Ipotesi di approvvigionamento/conferimento proposte	66
ALLEGATI.....	71

1 Premessa

Il presente documento costituisce il Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti, relativo ai lavori di adeguamento schema fognario depurativo n. 135 “Bosa – “Collettori” e “Depuratore”.

Il D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120, ovvero il Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 del D.L. 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla L. 11 novembre 2014, n. 164 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 del 7 agosto 2017. Il provvedimento, in vigore dal 22 agosto 2017, consta di 31 articoli e 10 allegati; esso si occupa dei materiali da scavo gestiti come rifiuti e di quelli derivanti da attività di bonifica. Questo decreto rappresenta l’unico strumento normativo da oggi applicabile per consentire l’utilizzo delle terre e rocce da scavo quali sottoprodotti, per tutti i materiali provenienti sia dai piccoli che dai grandi cantieri, compresi quelli finalizzati alla costituzione o alla manutenzione di reti e infrastrutture.

Il D.P.R. abroga sia il D.M. n. 161/12, che l’art. 184-bis, comma 2-bis del D.Lgs. 152/06, nonché gli artt. 41, c. 2 e 41-bis del D.L. 69/13.

La Gestione delle terre e rocce da scavo e dei rifiuti/terre derivanti da costruzioni/ demolizione è uno tra i temi più delicati presenti nello scenario normativo nazionale. Da sempre sorge il problema di rifiuti/ non rifiuti, spesso oggetto di interpretazione fantasiose. Pertanto, le terre e rocce rappresentano il paradigma della complessità per eccellenza che impronta il settore della gestione dei rifiuti in Italia. Una complessità che risiede nella disciplina comunitaria sui rifiuti, ma esclusivamente sul sistema nazionale che l’ha recapitata.

Con il nuovo D.P.R. 120/17 lo Stato ha voluto concentrare tutta la normativa in unico corpo, abrogando tutte le diverse norme succedutesi nel tempo.

Con il D.P.R. 120/2017 viene effettuato un riordino della disciplina delle terre e rocce da scavo con particolare riferimento a:

- gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti;
- deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;
- utilizzo nel sito di produzione di terre e rocce da scavo escluse rifiuti;
- gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

Nella presente relazione si vanno ad identificare le principali operazioni messe in atto per la realizzazione dell’opera in progetto che determineranno la produzione di materiali terrigeni al

fine di descrivere le opzioni gestionali applicate ai materiali provenienti dalle operazioni di scavo.

Le operazioni generanti i volumi di terre da scavo sono:

- Scavo a sezione ristretta
- Scavo di sbancamento

Sono sempre stati del tutto evidenti i benefici ambientali che derivano dall'utilizzo come sottoprodotto del materiale da scavo non inquinato, comportando un risparmio di risorse primarie, una limitazione degli interventi, spesso invasivi, per l'estrazione dei materiali (in primo luogo di sabbie e ghiaie) e la diminuzione di rifiuti inerti da portare a discarica.

L'obiettivo principale è quello di recuperare il materiale ritenuto idoneo e riutilizzarlo all'interno del cantiere, nell'ambito delle operazioni di rinterro degli scavi per la realizzazione delle condotte, minimizzando così la produzione di rifiuti e la richiesta di ulteriore materiale proveniente dalle cave di prestito.

Per le quantità non riutilizzabili (CIs, e materiali plastici e ferrosi), che costituiscono rifiuto, si procederà, invece, all'allontanamento, classificazione e smaltimento, ai sensi della parte IV del D.Lgs. n. 152/2006, e s.m.i.

Verranno ipotizzati depositi temporanei di stoccaggio dei materiali all'interno delle 6 aree di cantiere previste, in maniera tale da prevederli interni alle aree interessate dalle lavorazioni, minimizzando gli eventuali flussi di movimento dei mezzi meccanici.

Gli interventi in progetto possono essere così riassunti:

- Collettore Principale, tratto in pressione, da Sollevamento "Turas" (vasca n.13) a Depuratore di Bosa, inclusa la realizzazione della vasca di raccolta e rilancio;
- Collettore Secondario Borgate Marine, Comuni di Tresnuraghes e Magomadas e Bosa, completamento, ivi incluse le vasche di raccolta e rilancio (vasca n. 1, sollevamento puntuale n. 2, sollevamento puntuale n. 3, vasca n. 4 (completamento), sollevamento puntuale n. 5, vasca n. 7, vasca n. 10 (completamento), vasca n. 11, raccolta reflui "Villaggio Turas").

2 Riferimenti normativi

La presente relazione viene redatta ai sensi delle seguenti norme:

- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 – Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 – Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 – Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni.
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Delibera Giunta Regionale 30 marzo 2004, n. 15/31 - Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 Aprile 2006 – Norme in materia ambientale - Parte IV, Artt. 183, 184, 185 e 186 e Tabella 1 – Allegato 5 alla parte IV.
- Decreto Legislativo n. 4 del 16 Gennaio 2008 – Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 Aprile 2006 n. 152, recante norme in materia ambientale.
- Decreto Ministero dell'Ambiente n. 161 del 10 Agosto 2012 – Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

3 Inquadramento territoriale

L'area di intervento è individuata dalle superfici territoriali dei Comuni di Bosa, Magomadas e Tresnuraghes e in particolare le aree di intervento riguardano: Zona Turas (Comune di Bosa), le Borgate Marine di Santa Maria del Mare, Sa Lumenera, Villaggio Turas (Comune di Magomadas) e la Borgata Marina di Porto Alabe (Comune di Tresnuraghes).



Figura 1 – Inquadramento dell'area di intervento.

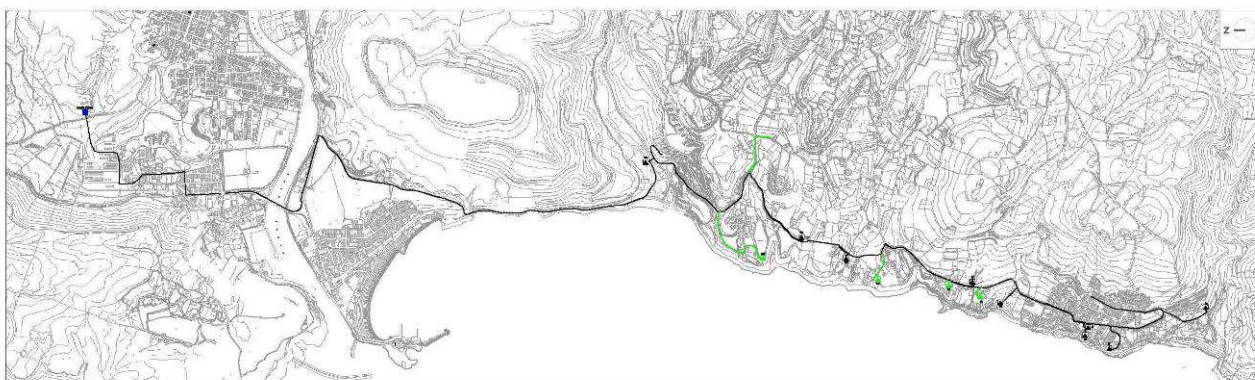


Figura 2 – Sviluppo dell'opera a rete prevista in progetto.

Il percorso in generale risulta da realizzarsi su zone già fortemente compromesse dal punto di vista ambientale e, ad eccezione di sollevamenti e attraversamenti, dovuti alle asperità del terreno, non presenta alcuna opera fuori terra; queste ultime sono state poi concepite in modo da avere il minor impatto possibile sull'ambiente circostante andando ad confondersi, per fattura e materiali, all'esistente reticolo edile circostante.

3.1 Inquadramento urbanistico e destinazioni d'uso

Il Piano Urbanistico Comunale disciplina le destinazioni d'uso relative all'intero territorio comunale e le trasformazioni degli interventi pubblici e privati in rapporto alle esigenze di sviluppo economico e sociale delle comunità locali, tendendo alla salvaguardia dei valori urbani collettivi, di quelli ambientali e naturali, secondo quanto disposto dall'art. 19 della Legge Regionale 22 dicembre 1989 n. 45, dal Decreto dell'Assessore Regionale all'Urbanistica n.2266/U del 20 dicembre 1983 e successive modificazioni e dalle prescrizioni di cui all'art.107 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR).

Allo stato attuale sono in fase di redazione delle varianti urbanistiche che tengono conto degli interventi oggetto del presente progetto.

In tali varianti l'opera è inserita nel contesto urbanistico e sono evidenziate:

- le fasce di rispetto delle condotte fognarie;
- i nuovi depuratori in progetto (ascritti nella categoria G “servizi generali”).

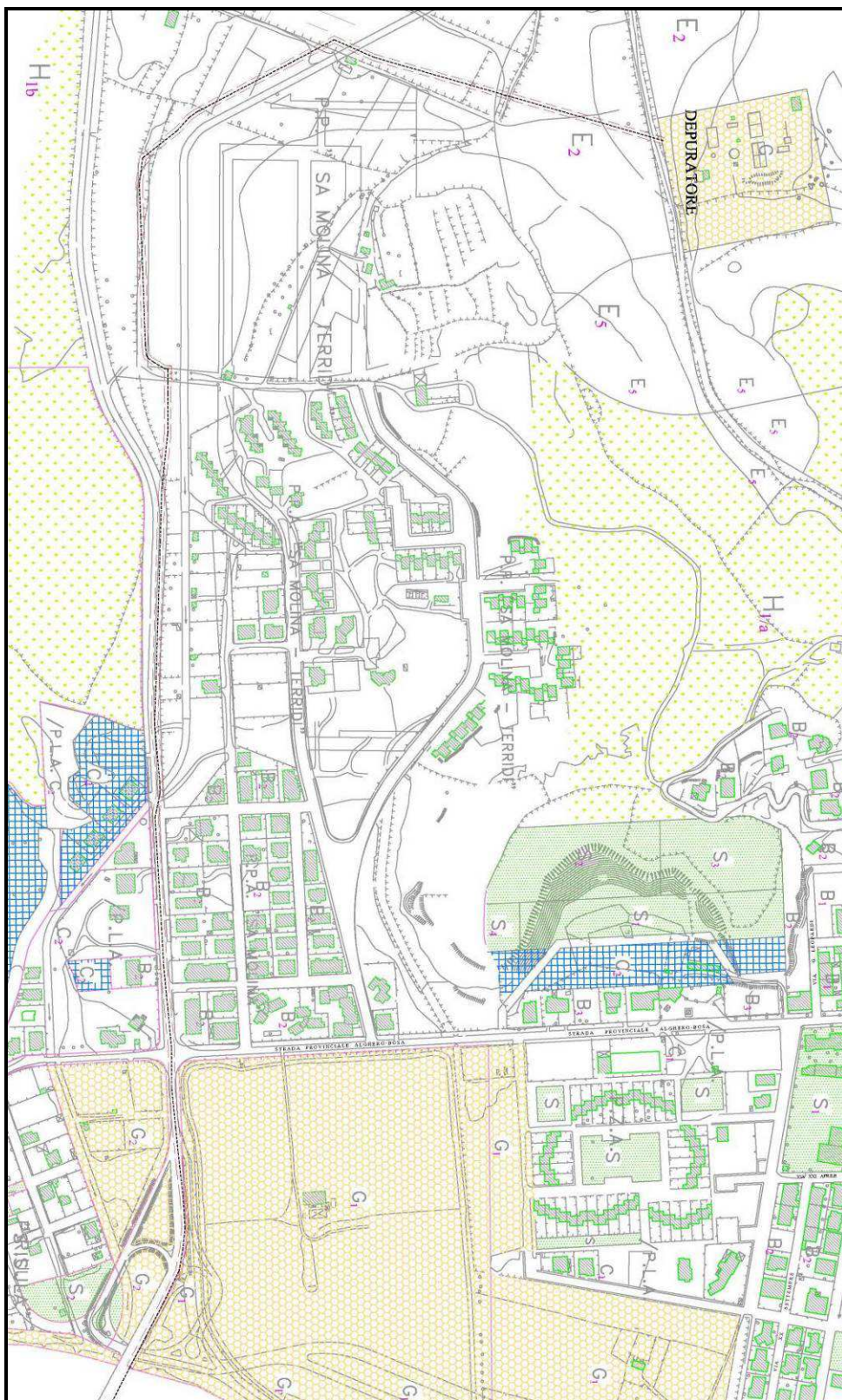
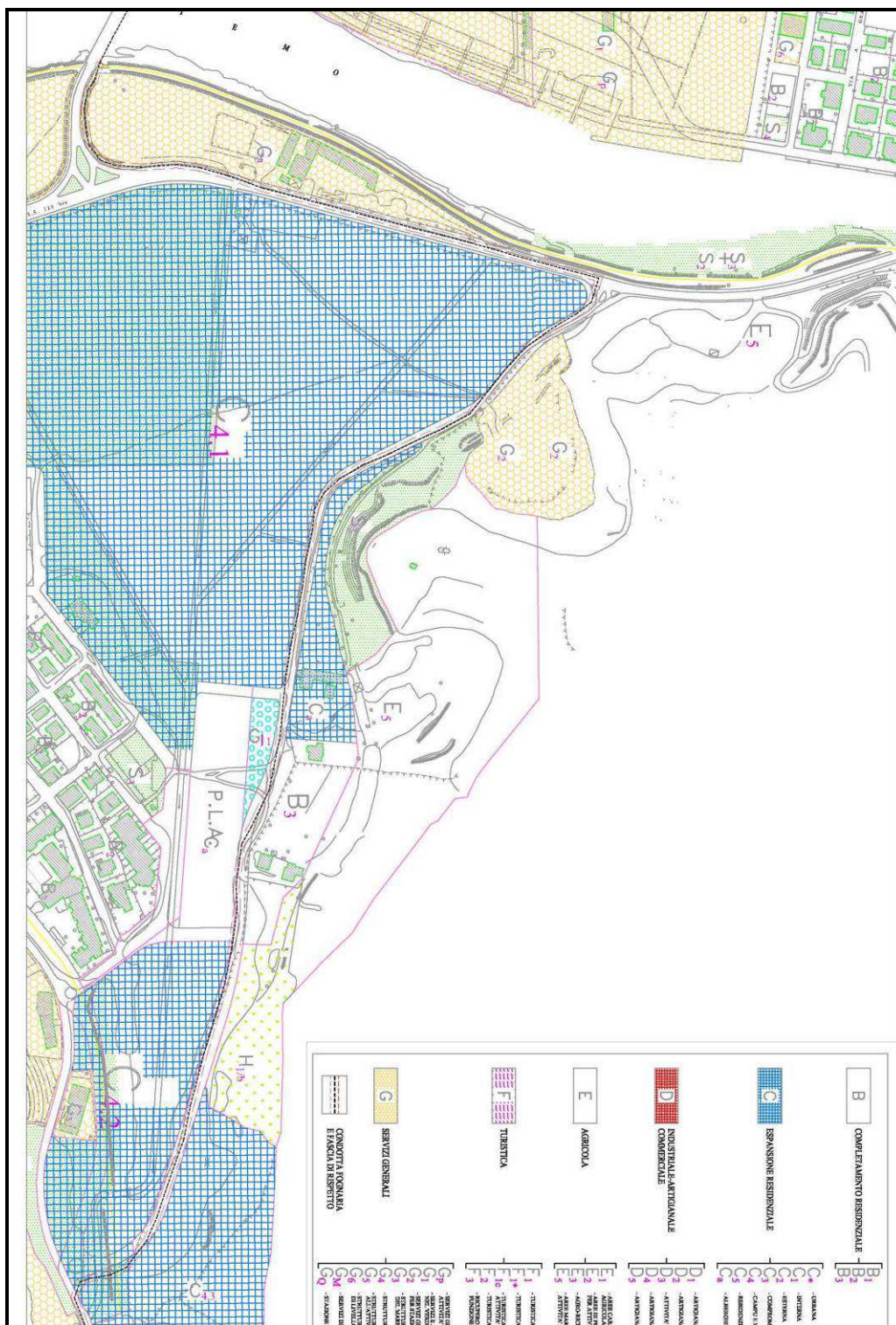


Figura 3 – Proposta di variante al PUC di Bosa con la sovrapposizione degli interventi in progetto (settore Nord).



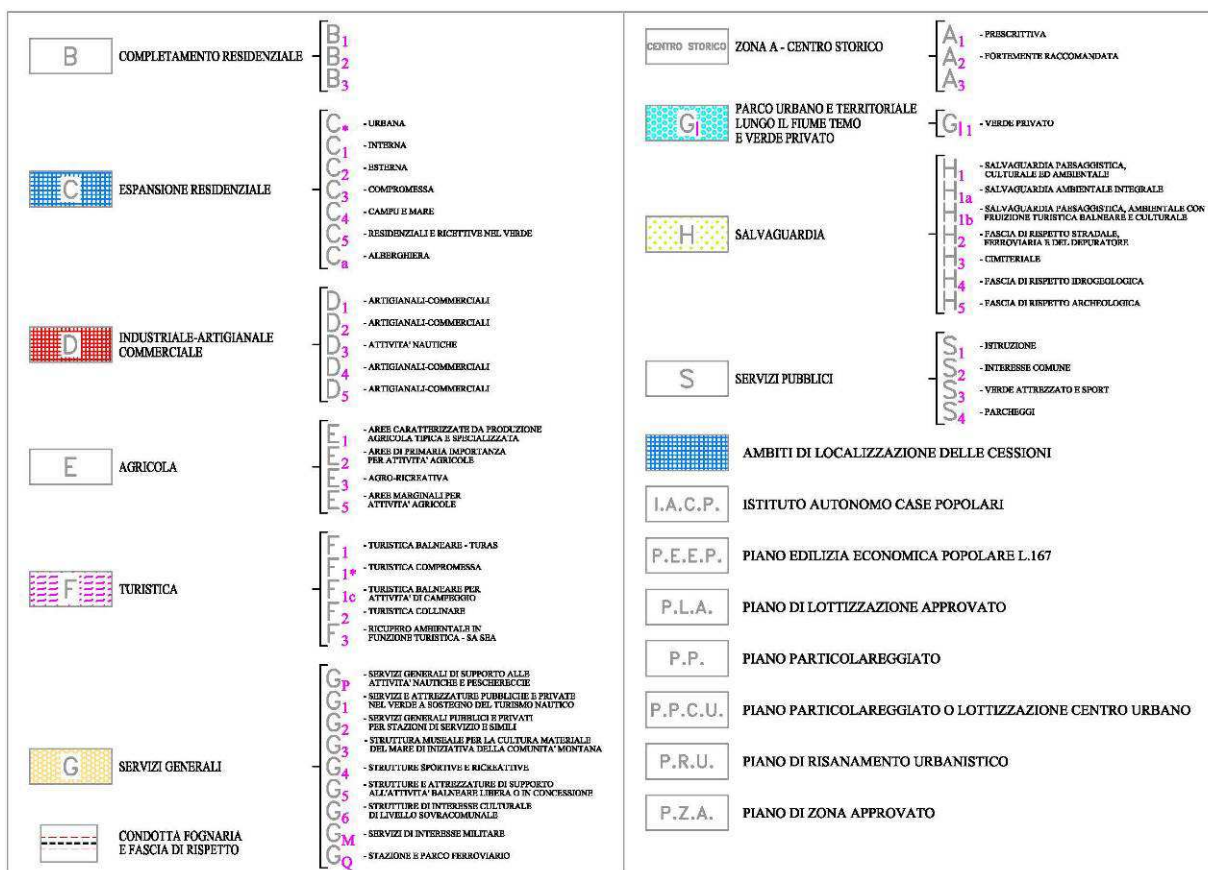


Figura 6 – Legenda della variante al PUC proposta (Bosa).

I tratti di collettori previsti all'interno del territorio del Comune di Bosa attraversano le seguenti zone urbanistiche:

- G (area del depuratore e sollevamento S13);
- E2 (zona agricola a N di Bosa)
- B2 (zona residenziale abitato di Bosa)
- C.4.3 (zona di espansione Campu e Mare)
- F (zona turistica Turas).

Comune di Magomadas

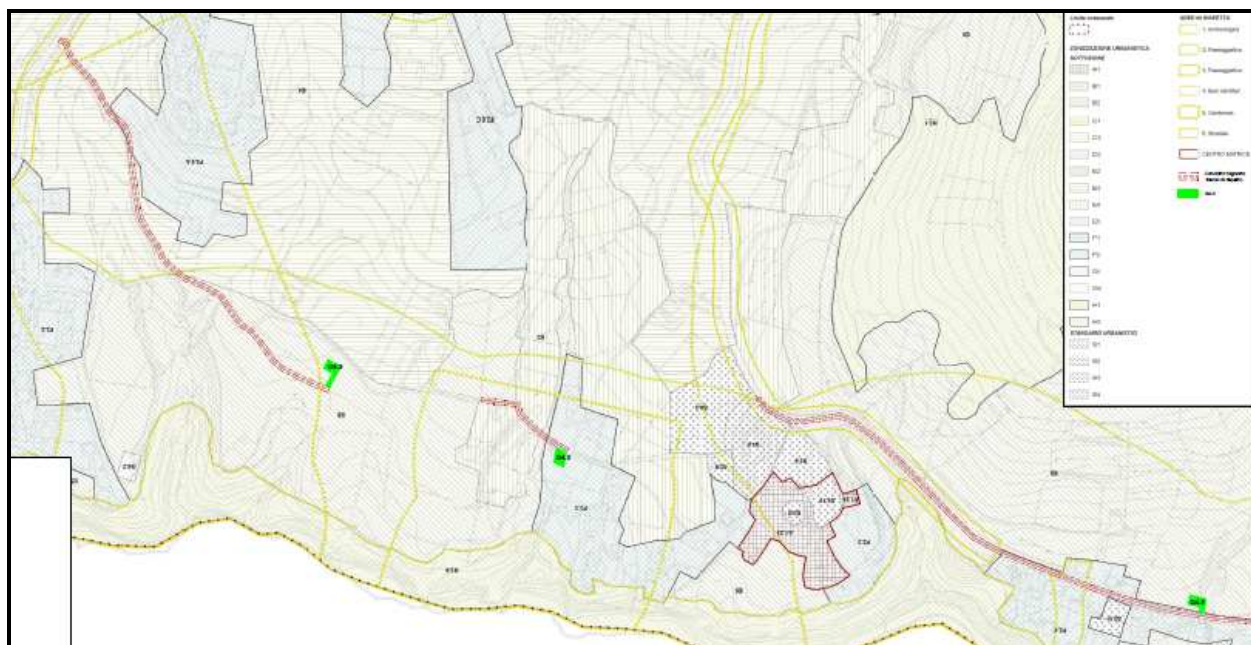


Figura 7 - Proposta di variante al PUC di Magomadas con la sovrapposizione degli interventi in progetto.

I tratti di collettori previsti all'interno del territorio del Comune di Magomadas attraversano le seguenti zone urbanistiche:

- zona turistica F2.5.A (Piano di Santa Lucia);
- zone agricole E3, E4 ed E5 .
- G.4.3 (impianti di sollevamento S11, S10 e S7)
- zona turistica F2.3 (Santa Maria del Mare)
- zona turistica F.2.4 (Noesala)

Comune di Tresnuraghes

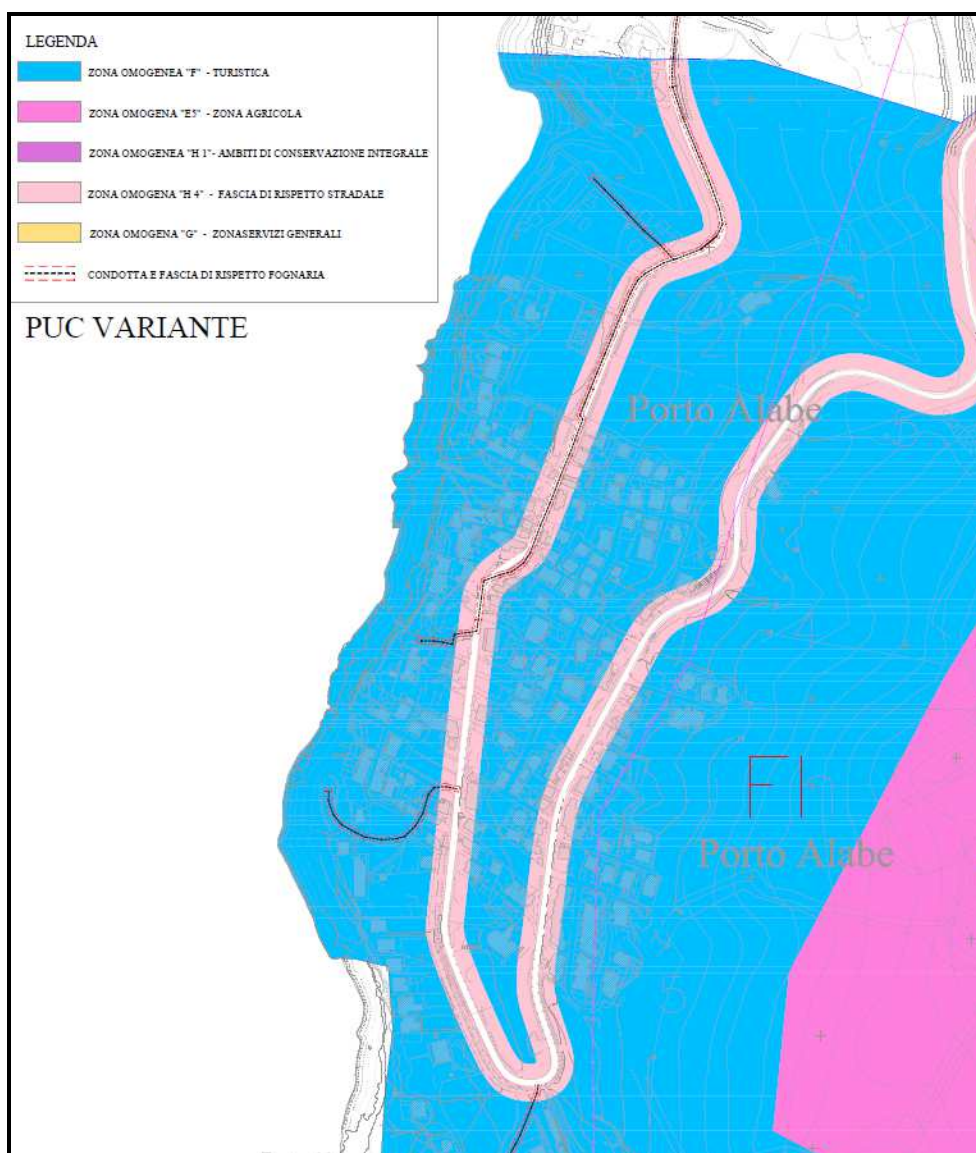


Figura 8 - Proposta di variante al PUC di Tresnuraghes con la sovrapposizione degli interventi in progetto.

I tratti di collettori previsti all'interno del territorio del Comune di Tresnuraghes attraversano le seguenti zone urbanistiche:

- zona turistica F;
- zone omogenea H4 (fascia di rispetto stradale).

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere previste nella presente fase progettuale possono essere così riassunte:

- **Collettore Principale, tratto in pressione, da Sollevamento “Turas” (vasca n.13) a Depuratore di Bosa, inclusa realizzazione della vasca di raccolta e rilancio;**
- **Collettore Secondario Borgate Marine, Comuni di Tresnuraghes e Magomadas e Bosa, completamento, ivi incluse le vasche di raccolta e rilancio (vasca n. 1, sollevamento puntuale n. 2, sollevamento puntuale n. 3, vasca n. 4 (completamento), sollevamento puntuale n. 5, vasca n. 7, vasca n. 10 (completamento), vasca n. 11, raccolta reflui “Villaggio Turas”).**

Nel particolare per ciò che attiene il completamento del Collettore Secondario a servizio delle borgate marine, si avrà la realizzazione (vasche n. 4 e 10 completamento) di cinque vasche di raccolta e rilancio, di cui quattro a servizio della dorsale principale e una di raccolta della zona dell'abitato di Porto Alabe, identificata come “Condominio Alabe”, oltre che tre sollevamenti puntuali a servizio di zone depresse del suddetto abitato. La dorsale delle borgate sarà poi completata con l'apporto dei reflui provenienti dalla vasca di raccolta del “Villaggio Turas”, con l'attraversamento del Rio Turas, nella omonima località del Comune di Bosa e l'allaccio alla vasca di accumulo e rilancio (vasca n. 13) della dorsale principale dello schema a suo tempo previsto in Studio di Fattibilità. A detta dorsale lungo il percorso si agganceranno poi varie raccolte reflui previste in altre progettazioni.

4.1 Descrizione puntuale delle opere previste nei vari tratti

Di seguito si procederà alla descrizione dell'intervento, suddividendolo per tratte, evidenziate negli elaborati delle planimetrie di progetto 9.03 e 9.04.

- **Tratto 1: SOLLEVAMENTO S1- B (Marina di Tresnuraghes)**

Il percorso della rete parte dall'impianto di **sollevamento di S1** con una tubazione in ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 150 mm e percorre lungo la Via dei Tamerici che collega l'impianto di “Sollevamento 1” zona “Condominio Alabe” pressi Piazza dei Tamerici (Marina di Tresnuraghes) con il Nodo B posizionato all'incrocio tra il Lungomare Alabe e la Via dei Tamerici per circa 340 m.

Il nodo B è posizionato all'incrocio tra il Lungomare Alabe e la Via dei Tamerici, in detto pozzetto, confluiscono le portate provenienti dalla zona alta dell'abitato raccolta nella condotta a

gravità Tratto A-B (esistente) e quelle provenienti dalla zona più depressa con una condotta in pressione Tratto 1-B (in progetto).

Dal nodo B la condotta (esistente) prosegue in Grès DN 200 mm fino al nodo C all'incrocio tra la Via dei Delfini e il Lungomare Alabe su cui confluisce il tratto in progetto S2-C a servizio della zona depressa dell'abitato identificata come Via dei Delfini.

- **Tratto 2: SOLLEVAMENTO S2- C (Via dei Delfini - Marina di Trasnuraghes)**

Il tratto in progetto collegherà il "Sollevamento puntuale 2" a servizio zona della depressa dell'abitato identificata come Via dei Delfini, al pozzetto di disconnessione ubicato nel nodo C, all'incrocio tra la Via dei Delfini e il Lungomare Alabe.

La condotta in pressione verrà realizzata in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 80, avrà uno sviluppo di circa 200 m.

Dal nodo C continua la condotta esistente in Grès DN 250 mm nel tratto C-D che corre lungo il "Lungomare Alabe" sino al nodo D all'incrocio con uno stradello sterrato che conduce **Vasca di Raccolta esistente** denominata 4, e ha uno sviluppo di circa 190 metri.

- **Tratto 3: SOLLEVAMENTO S3 - SOLLEVAMENTO S4 - D (Piazza dei Ginepri - Marina di Tresnuraghes)**

Il tratto in progetto collegherà il Sollevamento 3 a servizio della zona depressa dell'abitato identificata come Piazza dei Ginepri, alla **Vasca di Raccolta** denominata 4.

La condotta in pressione verrà realizzata in ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 80, avrà uno sviluppo di circa 40 metri.

- **Tratto 4: SOLLEVAMENTO S4 - D (Marina di Tresnuraghes)**

Condotta esistente in pressione realizzata in PEAD DN 200 mm, che verrà sostituita con una condotta in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 200 mm; detta condotta corre lungo il "Lungomare Alabe" dalla **Vasca di Raccolta** denominata 4 sino al nodo D con uno sviluppo di circa 40 m.

- **Tratto 5: NODO D - E (Marina di Tresnuraghes)**

In questo tratto la condotta prosegue dal nodo D al nodo E nell'incrocio con la via Noesala con una condotta in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 200 mm lungo il "Lungomare Alabe" con uno sviluppo di oltre 500 m.

- **Tratto 6: SOLLEVAMENTO 5 - E (Marina di Tresnuraghes)**

Il tratto in progetto collegherà il Sollevamento 5 a servizio zona depressa dell'abitato identificata come Via Noesala, al pozzetto di disconnessione ubicato nel nodo E, all'incrocio tra la Via Noesala e il Lungomare Alabe.

La condotta in pressione verrà realizzata in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 80, avrà uno sviluppo di circa 200 metri.

- **Tratto 7: E – E' (Noesola - Marina di Magomadas)**

Su questo tratto si poserà una condotta in ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 400 per uno sviluppo di circa 30 m e con DN 350 fino al nodo E' per uno sviluppo di 270 m. Lungo il percorso si incontra l'interferenza n° 26 (Rif. Picchetti 3 – 4 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.13*). Sul nodo F In questo tratto, lungo il percorso, confluiscono oltre a contributi distribuiti in base agli allacci esistenti anche i reflui di una zona depressa del territorio del Comune di Magomadas in località Noesola, oggetto di altra progettazione.

- **Tratto 8: E' – 7 (Noesola - Marina di Tresnuraghes)**

Condotta in progetto, di collegamento fra la condotta esistente (comunque da sostituire) e la nuova stazione di sollevamento 7. La condotta sarà realizzata in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 350.

Nel nodo E' si incontra l'interferenza n° 25 (Rif. Picchetti 3 – 4 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.12*).

- **Tratto 8': 7 – E''' (Noesola - Marina di Tresnuraghes)**

Condotta in progetto in pressione, di collegamento fra la nuova stazione di sollevamento 7 e il tratto in pressione E'''- G (tratto 9 in progetto). La condotta sarà realizzata in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 250.

- **Tratto 9: E''' – G (Marina di Magomadas)**

Tratto a servizio del sollevamento della tratta principale delle borgate marine, dalla zona denominata "Noesola" a "Santa Maria del Mare".

Condotta in progetto in pressione, di collegamento fra la nuova stazione di sollevamento 7 e il nodo G. La condotta avrà uno sviluppo di circa 615 m e sarà realizzata in Ghisa sferoidale con guaina di protezione DN 250. Sul nodo E'' in questo tratto, lungo il percorso, confluiscono oltre a contributi distribuiti in base agli allacci esistenti anche i reflui di una zona depressa del territorio del Comune di Magomadas, Santa Maria del Mare, oggetto di altra progettazione.

Inoltre lungo questo tratto si incontra l'interferenza n° 24 (Rif. Picchetti 20 – 21 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.11*).

- **Tratto 10: Sollevamento 10 – I (Marina di Magomadas)**

Il nodo 10 è ubicato in località Santa Maria del Mare – Frazione di Magomadas, su questo nodo verrà realizzata la stazione di sollevamento 10 che è esistente ma va completata con le nuove opere edili, gli impianti ed installate le nuove pompe di sollevamento, su cui confluiscono le portate provenienti dalla condotta a gravità esistente (Tratto G-H) e quelle provenienti dal tratto a monte denominato H'-H.

Condotta esistente in pressione realizzata in PEAD DN 250 mm, che verrà sostituita con una condotta in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 250 mm dal picchetto 1 al 7 e Ghisa sferoidale DN 250 con guaina di protezione dal picchetto 7 al 13; detta condotta corre lungo uno stradello asfaltato dalla stazione di Sollevamento 10 a servizio delle borgate marine, dalla zona denominata “Chele” sino al pozzetto di disconnessione sempre in località “Chele” nodo I, e ha uno sviluppo complessivo di 139 metri.

- **Tratto 11: I'' - Sollevamento 11 (Marina di Magomadas)**

Il nodo 11 è ubicato in località Chele - Marina di Magomadas: in prossimità di questo nodo verrà realizzata la stazione di sollevamento 11, su confluiscono le portate provenienti dalla condotta a gravità esistente Tratto I-I''. La condotta dal nodo I'' al Sollevamento 11 sarà realizzata in Ghisa sferoidale DN 250 con guaina di protezione

- **Tratto 12: Sollevamento 11 – I''' (Marina di Magomadas)**

Nel tratto 12 è presente la mandata del sollevamento 11 che permette di pompare i reflui fino al pozzetto di disconnessione ubicato nel nodo L.

- **Tratto 13: I''' - L (Marina di Magomadas)**

Condotta esistente in pressione realizzata in PEAD DN 250 mm, che verrà sostituita con una condotta in Ghisa con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 250 mm dal picchetto 1 al 22 e in Ghisa sferoidale DN 250 con guaina di protezione dal picchetto 22 al 31. Detta condotta corre lungo uno stradello sterrato dalla stazione di Sollevamento 11 a servizio delle borgate marine, dalla zona denominata “Chele” Marina di Magomadas, sino al pozzetto di disconnessione pressi Località Sa Piscina (nodo L), e ha uno sviluppo complessivo di 555 metri. Inoltre lungo questo tratto, in prossimità del nodo L, si incontra l'interferenza n° 23 (Rif. Picchetti 31– 32 – attraversamento subalveo *vedi elaborato 11.10*).

- **Tratto 14: N'- N (Marina di Magomadas)**

Condotta del tipo a gravità in progetto realizzata in Ghisa sferoidale DN 250 con guaina di protezione che corre dalla vasca di raccolta del Villaggio Turas, sino al nodo N dove sarà realizzata la stazione di sollevamento 13. La condotta avrà uno sviluppo di 173 m. Il nodo N è ubicato in località Villaggio Turas – Frazione di Magomadas. Su questo nodo è presente un

pozzetto esistente su cui confluiscono le portate provenienti dalla condotta a gravità esistente Tratto L-N, e quelle provenienti dal tratto a monte denominato N'-N.

- **Tratto 15: N- Sollevamento 13 (Marina di Magomadas)**

Condotta del tipo a gravità in progetto realizzata in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 300 mm dal pozzetto ubicato in località Villaggio Turas sino alla nuova stazione di sollevamento 13 che è esistente ma va completata con le nuove opere edili, gli impianti e le nuove pompe di sollevamento. La condotta avrà uno sviluppo di 34 m.

Inoltre lungo questo tratto si incontra l'interferenza **n° 22** (Rif. Picchetti 20 – 21 – attraversamento subalveo *vedi elaborato 11.9*).

- **Tratto 16: Sollevamento 13-Depuratore di Bosa (Marina di Magomadas - Bosa)**

Condotta in pressione in progetto realizzata in Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano) DN 350 mm dal picchetto 1 al 114 e DN300 dal picchetto 114 al 178 e in Ghisa sferoidale DN 350 con guaina di protezione dal picchetto 178 al 194; detta condotta corre nella strada lungo mare dalla stazione di Sollevamento 13 Località Villaggio Turas al Depuratore consortile di Bosa e ha uno sviluppo complessivo di 4856 metri. Inoltre lungo questo tratto si incontrano le interferenze **n° 21-20-19-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-32-1** (**n°21** – Rif. Picchetto 25 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°20** – Rif. Picchetto 33 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°19** – Rif. Picchetto 36 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°18** – Rif. Picchetto 41 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°17** – Rif. Picchetto 49 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°16** – Rif. Picchetto 51 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°15** – Rif. Picchetto 52 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°14** – Rif. Picchetto 58 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°13** – Rif. Picchetto 64 – attraversamento su soletta *vedi elaborato 11.8*; **n°12** – Rif. Picchetto 68 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.7*; **n°11** – Rif. Picchetto 73 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.6*; **n°10** – Rif. Picchetto 74 – attraversamento ferroviario *vedi elaborato 11.6*; **n°9** – Rif. Picchetto 83 – attraversamento in briglia *vedi elaborato 11.5*; **n°8** – Rif. Picchetto 89 – attraversamento in briglia *vedi elaborato 11.5*; **n°7** – Rif. Picchetto 92 – attraversamento in briglia *vedi elaborato 11.5*; **n°6** – Rif. Picchetto 98 – attraversamento in briglia *vedi elaborato 11.5*; **n°5** – Rif. Picchetto 107 – attraversamento in briglia *vedi elaborato 11.4*; **n°4** – Rif. Picchetto 111 – attraversamento in briglia *vedi elaborato 11.4*; **n°3** – Rif. Picchetto 126 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.3*; **n°2** – Rif. Picchetto 137/141 – attraversamento pensile *vedi elaborato 11.2*; **n°32** – Rif. Picchetto 158/159 – attraversamento canale tombato su

soletta *vedi elaborato 11.19*; **n°1** – Rif. Picchetto 190/191 – attraversamento in spingitubo *vedi elaborato 11.1*)

- **Tratto 17: U – Depuratore di Bosa (Comune di Bosa)**

Nuova alimentazione idrica impianto di depurazione, materiale scelto Ghisa sferoidale con rivestimento interno ed esterno in PUR (poliuretano), diametro DN80. Partenza dall'abitato cittadino di Bosa, punto U, e arrivo al depuratore con profondità di posa prevista di 1,5m. Detta condotta ha uno sviluppo di 816 metri. Inoltre lungo questo tratto si incontrano le interferenze **n°33** – Rif. Picchetto 3/4 – attraversamento in subalveo *vedi elaborato 11.20*; **n°1** – Rif. Picchetto 17/18 – attraversamento in spingitubo *vedi elaborato 11.1* (già affrontata nel tratto 16).

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

5.1 Contesto geologico

L'area in esame è caratterizzata in larga misura dai prodotti effusivi acidi, transazionali e basici oligo-miocenici e plio-peistocenici. Subordinatamente sono presenti i litotipi intrusivi tardo paleozoici, comprensivi delle intrusioni filoniane. I depositi sedimentari sono sovente associati e alternati alle vulcaniti e, in genere alle manifestazioni effusive oligo-mioceniche e plio-pleistoceniche. Al Paleozoico sono ascrivibili gli affioramenti dei complessi metamorfico e intrusivo del basamento ercinico connessi, rispettivamente, con la catena collisionale ercinica (Zona a Falde) e l'estensione post-collisionale (intrusioni massive di granitoidi calcalcalini).

I metasedimenti rappresentati dalla *Formazione di Solanas*, affioranti nei dintorni nella Catena del Goceano, sono costituiti da potenti sequenze silicoclastiche, tipiche di depositi di conoide sottomarini. La base della successione non affiora, mentre il contatto con quella vulcano-sedimentaria ordoviciana sovrastante è di tipo stratigrafico ed è quasi ovunque marcato da un orizzonte di spessore variabile di metaconglomerati poligenici ed eterometrici, spesso grossolani. I metaconglomerati sono molto discontinui, con uno spessore che può variare da zero ad un massimo di 50 metri. Tale distribuzione areale è indicativa di depositi canalizzati di un ampio sistema alluvionale. La formazione è costituita da metarenarie micacee, quarziti e, più raramente, metagrovacche, di colore variabile dal grigio-verdastro al grigio scuro. Le metareniti, formanti regolari alternanze da centimetriche a metriche con le metasiltiti e metapeliti grigio-verdastre e nere, sono generalmente ben selezionate, ricche di miche detritiche e con scarsa matrice clorotico sericitica. Quarzo, feldspati e muscovite sono i componenti fondamentali, mentre subordinati sono tormalina, epidoti ed ossidi. Spesso è presente una componente litica rappresentata da frammenti di metamorfiti derivanti probabilmente dallo smantellamento di basamento precambriano. La parte alta della formazione è caratterizzata da metapeliti scure e talora verdastre e violacee. Le quarziti grossolane grigio-chiare, massive e in spesse bancate, sono associate con metaconglomerati minuti, più raramente grossolani, in livelli di pochi metri di spessore e in lenti, costituiti prevalentemente da clasti di quarzo e di originarie quarzo-areniti e arenarie. Negli intervalli a granulometria più fine sono frequenti laminazioni piano-parallele, incrociate concave e convolute e *slumping*. Alla base degli intervalli a granulometria arenacea talvolta sono conservate ripple mark, flute cast, load cast, canali di erosione e stratificazione gradata. Sono inoltre segnalate piste ed impronte di meduse. In base alle associazioni di Acritarchi l'età è attribuita Cambriano medio- Ordoviciano inferiore.

Nella Zona a falde le successioni metasedimentarie cambro-ordoviciane sono coperte da grandi spessori di metavulcaniti. Questo ciclo vulcanico, sviluppatosi tra l'Arenig ed il Caradoc, è costituito da un gran numero di episodi effusivi e da intrusioni nel substrato cambro-ordoviciano inferiore.

Il magmatismo ordoviciano ha composizione variabile da riolitica ad andesitica, raramente basaltica. Le vulcaniti a composizione acida (rioliti e riodaciti) sono più abbondanti di quelle a composizione intermedia e basica ed hanno una chiara affinità calcalcalina.

La base del complesso magmatico e vulcano-sedimentario dell'Ordoviciano è caratterizzata, da un conglomerato poligenico che, seppure discontinuo, ricopre in discordanza angolare i sottostanti metasedimenti cambro-ordoviciani.

- La Successione vulcano-sedimentaria che affiora nella propaggine settentrionale della Catena del Marghine, è rappresentata alla base da originarie rare lave andesitiche e da abbondanti meta-sedimenti, anche grossolani, derivati dal rimaneggiamento delle andesiti medesime. Sopra questa successione basale dominano metariodaciti e metarioliti con struttura occhiadina, talvolta con grandi fenocristalli di K-feldspato (Porfiroidi).

- La successione vulcano-sedimentaria che affiora nella Sardegna centro-settentrionale lungo la Catena del Goceano, è classicamente divisa dalle tre unità litostratigrafiche informali che, dal basso verso l'alto, sono di seguito riportate.

- Formazione di "Monte Corte Cerbos" - Rappresentata da originarie vulcaniti acide a tessitura da afirica a subafirica, e composizione da riolitica a dacitica, di colore bianco-giallastro e verdastro. La sua potenza può superare il centinaio di metri, ma di solito è assai minore; non è raro che queste metavulcaniti siano del tutto assenti.
- Formazione di "Manixeddu" - Costituita da una potente successione di metaepiclastiti, derivati metamorfici di prodotti rimaneggiati di originarie rocce effusive ed esplosive acide. Si tratta essenzialmente di metarenarie vulcaniche e metaconglomerati.
- Formazione di "Serra Tonnai" - Comprende metatufiti, metagrovacche vulcaniche ed orizzonti di metavulcaniti grigio-scure di composizione da basaltica ad andesitica. Il litotipo più diffuso è rappresentato da metagrovacche verdastre, massive od in bancate di alcuni metri di spessore, a granulometria medio-grossa.

Questa successione non è tuttavia ovunque completa, e anche l'ordine di sovrapposizione non è sempre quello descritto per la Barbagia. In particolare, tra i prodotti del rimaneggiamento di vulcaniti acide (Formazioni di Manixeddu) e le vulcaniti a chimismo intermedio (Formazione di Serra Tonnai) esistono spesso passaggi laterali rapidi o ripetute alternanze a tutte le scale.

I metasedimenti dell'Ordoviciano superiore sono caratterizzati da una grande eterogeneità nelle diverse aree di affioramento.

I due piccoli lembi affioranti sono assimilabili agli Argilloscisti di Rio Canoni della successione del Gerrei, che oltre a questo insieme litostratigrafico comprende anche le metarenarie e metaconglomerati quarzosi passanti verso l'alto a metarcose e metagrovacche feldspatiche talvolta stratificate, ma più spesso massive (Metarcose di Genna Mesa).

Gli Argilloscisti di Rio Canoni sono costituiti di metasiltiti e metapeliti verdi olivina alternata a metarenarie a grana fine e metasiltiti di colore da grigio a nocciola, più o meno carbonatiche, ben stratificate, in strati da decimetrici a centimetrici. Le metasiltiti carbonatiche sono caratterizzate da vacuoli limonitizzati, originati da dissoluzioni di fossili. Il contenuto paleontologico è dato da una tipica fauna bentonica dell'Ordoviciano superiore, comprendente soprattutto resti di briozoi, crinoidi, brachiopodi, gasteropodi e trilobiti.

La successione comprende anche metacalcari da rossastri a grigio chiari, ben stratificati, contenenti una fauna simile alla precedente o costituita quasi interamente da resti di crinoidi (encriniti) e cistoidi. Il contatto con le sottostanti metarcosi e metaconglomerati è graduale o avviene per alternanze; il contatto superiore con i sovrastanti metasedimenti siluriani è generalmente netto. Questi metasedimenti sono riferibili ad un ambiente di piattaforma terrigena poco profonda che si instaura dopo gli eventi vulcanici continentali dell'Ordoviciano medio. In base all'associazione fossilifera e a correlazioni con facies più studiate la formazione è attribuita all'Ordoviciano superiore.

In particolare agli argilloscisti sono intercalate metagrovacche vulcaniche e metavulcaniti basiche alcaline con affinità geochimica di basalti interplacca. Questi prodotti vulcanici derivano da originarie lave microporfiriche di colore grigio-verde, costituite da rari porfiroclasti di albite ed aggregati cloroticoepidotici immersi in una matrice di quarzo microcristallino. La diffusa presenza di aggregati rotondeggianti, di dimensioni fino ad alcuni centimetri, di quarzo, calcite o clorite di derivazione secondaria, facilmente riconoscibili in affioramento, indicherebbe tessiture vescicolari negli originari basalti.

La successione del Siluriano inferiore-Devoniano inferiore poggia con contatto netto e concordante sui metasedimenti dell'Ordoviciano superiore. Inferiormente è costituita da metapeliti e metasiltiti spesso carboniose e ricche di pirite, con resti di graptoliti ("Scisti a graptoliti").

Nella parte bassa delle metapeliti e metasiltiti carboniose sono intercalate quarziti nere con radiolari (liditi), in regolari strati centimetrici. Fosforiti sono presenti nella parte media-superiore, come noduli o livelli. Lo spessore originario di queste metapeliti e metasiltiti carboniose era probabilmente inferiore a 100 m. Verso l'alto, alle filladi carboniose sono intercalati metacalcari scuri e metacalcari micritici nodulari, grigio-scuri od ocracei, con pirite. Ai metacalcari nodulari

segue una terza unità costituita da argilloscisti neri carboniosi, contenenti graptoliti pelagici che non affiora nel settore in esame. L'ambiente di sedimentazione delle facies pelitiche nere a graptoliti è riferibile a bacini marini riducenti (euxinici, sapropelitici), con apporti da terre emerse scarsi o assenti. Queste successioni siluriano-devoniane sono tipiche di molte aree sud-europee e indicano un ambiente di sedimentazione uniforme durante questo periodo, lungo tutto il margine settentrionale del continente di Gondwana.

I marmi, marmi dolomitici e i calcescisti del Devoniano rappresentano l'elemento caratterizzante delle unità tettoniche più profonde delle Falde esterne (Unità di Riu Gruppa e di Castello Medusa). Si tratta di marmi massicci o in banchi molto spessi, di colore variabile dal grigio al grigio-chiaro e al bianco, spesso venati, con intercalazioni di filladi. I singoli livelli di marmo hanno spessori variabili da 5 m fino a 100 m, e formano caratteristiche cornici in rilievo sul profilo dei versanti. Sono stati distinti marmi a quarzo e anfibolo, marmi a epidoto e granato e marmi a muscovite e grafite; in alcuni affioramenti situati presso Illorai e Silanus i marmi contengono granato, epidoti, quarzo e rari individui di vesuvianite. Imarmi sono interpretati come l'equivalente più metamorfico dei "Calcari di Villasalto" e quindi più indirettamente attribuibili al Devoniano. Gli unici fossili rinvenuti sono rari resti di crinoidi fortemente ricristallizzati.

Ai metasedimenti (Metarenarie, quarziti e filladi) viene attribuito gran parte del basamento metamorfico di basso grado affiorante. La maggior parte delle metamorfiti è attribuita a questo complesso che comprende metamorfiti della Zona a muscovite e clorite e della Zona a biotite, derivata da originarie successioni silicoclastiche. In nessuna località l'attribuzione stratigrafica è documentata paleontologicamente e le attribuzioni sulla base delle affinità litologiche divengono sempre meno attendibili con l'aumentare del grado metamorfico. Quando manca l'orizzonte delle metavulcaniti è difficile separare le metamorfiti dell'Ordoviciano superiore da quelle del Cambriano-Ordoviciano inferiore; è inoltre possibile che questa successione, attribuita dubitativamente al Cambriano-Ordoviciano inferiore, comprenda anche termini più recenti. In particolare si deve sottolineare che la presenza di formazioni silicoclastiche (Culm) del Carbonifero inferiore è stata documentata in Sardegna solo negli ultimi decenni e non si può escludere che parte delle metamorfiti descritte in questo paragrafo derivino da successioni silicoclastiche del Carbonifero inferiore. Le metamorfiti di più basso grado (a muscovite e a clorite) sono costituite da alternanze, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee e quarziti, filladi e metasiltiti scure. Verso il contatto con le metavulcaniti sono presenti metamicroconglomerati ad elementi di quarziti.

Nelle metamorfiti di grado più elevato i litotipi dominanti sono micascisti e paragneiss albitici minuti, caratterizzati da strutture granolepidoblastiche orientate. Quando è presente il granato la struttura è tendenzialmente porfiroblastica.

Il periodo di grande instabilità tettonica e di diffusa continentalità, che ha caratterizzato l'era terziaria a partire dall'Eocene medio sono testimoniate da un'importante attività vulcanica, dall'assenza di sedimenti marini fino all'Oligocene superiore-Miocene inferiore, dall'energico ringiovanimento del rilievo e dalla conseguente deposizione in molti settori dell'Isola di potenti sequenze clastiche continentali di ambiente sia fluviale che lacustre. Le prime formazioni marine successive all'Eocene medio sono riferite all'Oligocene sommitale, ma solo l'Aquitano marino è diffuso e ben documentato.

La successione sedimentaria è contemporanea a un'imponente attività vulcanica calcalina rappresentata da una varietà di prodotti effusivi ed esplosivi con la composizione da basaltico-andesitica a riolitica. Le età radiometriche delle vulcaniti sono comprese tra 28 milioni di anni e 15 milioni di anni anche se la maggior parte dei prodotti vulcanici è riferibile al Burdigaliano.

Questo potente complesso vulcano-sedimentario è in parte associato a un'importante tettonica trascorrente responsabile delle più evidenti strutture terziarie della Sardegna. Le faglie trascorrenti sinistre orientate NE-SW caratterizzano tutta la Sardegna centro-settentrionale e la Corsica centro-meridionale; queste risultano coniugate con un sistema di faglie destre di minore importanza orientate E-W. I sistemi di faglie individuano una direzione di raccorciamento con andamento meridiano. Tra le strutture trascorrenti più importanti, in parte ereditate dalle discontinuità meccaniche erciniche, vanno citate le *flower structure* con sedimentazione di conglomerati sin-tettonici e i bacini di *pull apart* colmati da successioni vulcanoclastiche e sedimentarie, anche marine, principalmente dell'Aquitano. Tali strutture tettoniche testimoniano la più importante fase compressiva che ha interessato la Sardegna dopo l'orogenesi ercinica.

Il vulcanismo oligo-miocenico, la cui importanza è testimoniata dalla grande estensione degli affioramenti e dai cospicui spessori delle successioni vulcaniche che raggiungono parecchie centinaia di metri, è caratterizzato da un'associazione di prodotti con affinità calcalina e subordinatamente tholeiitica e calcalina alta in potassio, rappresentata da serie vulcaniche da basaltico-andesitiche a dacitiche (principalmente in colate laviche e cupole di ristagno) e da serie dacitiche a riolitiche (principalmente in espandimenti ignimbritici). I primi eventi vulcanici di questo ciclo calcalino, riferibili a 32-26 milioni di anni secondo alcuni Autori e a 28-24 milioni di anni da altri, sono rappresentati soprattutto da lave andesitiche nella Sardegna meridionale e da quarzo-dioriti subvulcaniche in quella settentrionale con tendenza tholeiitica. Nel Miocene inferiore (tra 21 e 18 milioni di anni) i prodotti vulcanici hanno affinità tholeiitica nella Sardegna meridionale e calcalina alta in potassio, sino a shoshonitica, nella Sardegna settentrionale.

La grande varietà di composizione e di modalità di emissione ha prodotto quindi un complesso vulcanico composito, assai variabile da una zona all'altra, distinto in diversi complessi vulcanici

caratterizzati generalmente dall'alternanza di prodotti a composizione da basica ad intermedia ("Serie andesitica") e da intermedia ad acida ("Serie ignimbritica"), localmente attraversati da sistemi di filoni. Di solito le litologie più basiche prevalgono nella parte basale delle successioni vulcaniche, anche se talvolta le intercalazioni di termini da acidi a basici sono frequenti.

La successione vulcanica, spesso alcune centinaia di metri è composta da unità ignimbriche saldate a composizione dacitica e da livelli discontinui di flussi piroclastici pomiceo-cinertici con relative epiclastiti, contenenti lenti di depositi fluvio-lacustri. Le età radiometriche determinate nell'unità di base ($21,8 \pm 1,1$ milioni di anni) e in quella superiore ($21,6 \pm 1,1$ milioni di anni) indicano un breve periodo di messa in posto per questa potente successione.

La dinamica estensionale terziaria che continua nel Plio-Pleistocene trova riscontro in un nuovo ciclo vulcanico. Si tratta di prodotti ascrivibili ad un vulcanismo intraplacca, costituiti essenzialmente da lave basaltiche, da alcaline ad alcaline-transizionali e sub-alcaline talvolta associati a differenziati più evoluti. Le manifestazioni vulcaniche inizialmente hanno interessato la Sardegna sud-orientale, per poi estendersi in altri settori dell'Isola come la Planargia, la Marmilla, le aree centro-meridionali (3,8-1,7 Ma) ed infine le aree settentrionali dove, nel Logudoro Meilogu, si registra l'attività vulcanica più recente compresa tra 0,9-0,14 Ma. I caratteri giaciturali delle vulcaniti riflettono un'attività essenzialmente fessurale, legata a direttrici tettoniche con orientazione sub-meridiana o anche NE-SW, lungo le quali si allineano colate di modeste dimensioni associate a piccoli cono di scorie, modesti edifici isolati e plateaux basaltici di discreta estensione.

Il Quaternario è rappresentato da depositi in facies continentale la cui età è in genere definita in base ai rapporti con quelli marini tirreniani.

Il Quaternario antico, poggiante sui depositi sedimentari terziari lungo il corso dei principali fiumi e degli affluenti, è rappresentato principalmente dalle "Alluvioni antiche". Si tratta prevalentemente di sedimenti fluviali di conoide e di piana alluvionale, rappresentati da conglomerati, ghiaie e sabbie più o meno costipate, spesso con abbondante matrice siltoso-argillosa arrossata e variamente ferrettizzate.

L'Olocene è rappresentato soprattutto dai depositi ghiaioso-sabbiosi di fondovalle e delle piane alluvionali, dagli accumuli detritici spigolosi e più o meno grossolani situati al piede dei versanti più acclivi nei rilievi costituiti dalle magmatiti e dalle quarziti paleozoiche o dalle pareti subverticali delle "Giare" basaltiche plioceniche.

5.2 Caratteri litostratigrafici

I dati sull'assetto litostratigrafico del settore in esame hanno fornito indicazioni piuttosto dettagliate sulle principali caratteristiche delle litologie presenti nell'area dell'intervento. Ai fini di questo studio è risultato

necessario verificare direttamente le caratteristiche del sottosuolo locale in modo da permettere una valutazione esaustiva della possibile interazione tra gli interventi previsti in progetto e la stabilità dei luoghi in termini di assetto litostatico e geomorfologico, prima e dopo gli interventi.

E' stato effettuato un rilievo geologico di dettaglio della fascia urbana interessata dalle opere in progetto.

La stratigrafia del sottosuolo investigato ha confermato per le profondità previste per la posa delle condotte, la presenza diffusa di riporti antropici e rilevati. Si ricorda infatti che l'opera è prevista per la quasi totalità, interrata al di sotto delle sedi stradali esistenti.

Poiché gli interventi principali previsti (condotte interrate) si caratterizzano per una blanda interazione con il substrato locale, l'attenzione è stata limitata ai primi metri di profondità utilizzando in prevalenza i dati esistenti provenienti da indagini e prove eseguite nel medesimo ambito territoriale.

Per quanto riguarda la realizzazione degli impianti di sollevamento previsti in progetto si rende invece necessaria una caratterizzazione dei terreni per profondità maggiori e l'esecuzione nella fase progettuale successiva, di sondaggi a carotaggio continuo e di prove geotecniche in foro (si rimanda alla relazione geotecnica allegata in progetto).

Gran parte delle opere previste insisteranno su terreni già intensamente rimaneggiati. E' evidente, infatti, che le condotte che si realizzeranno saranno posate a profondità molto limitate, nell'ordine del metro. I manufatti come le vasche d'accumulo e gli eventuali impianti di sollevamento avranno un impatto più profondo e necessiteranno di una preventiva indagine geognostica di dettaglio.

La gran parte dell'area sulla quale è inserita l'opera è costituita da terreni giacenti su litologie prevalentemente terziarie e quaternarie. I potenti complessi vulcanici oligo-miocenici e plio-pleistocenici costituiscono il substrato del settore. Il Complesso vulcanico oligomiocenico è stato solo parzialmente ricoperto dalla "Serie sedimentaria miocenica".

Nel settore possono descriversi quattro fasi geologiche principali, cui corrispondono serie litologiche nettamente differenti e partendo dalla più antica verso la più recente si distinguono:

- fase vulcanica oligo-miocenica compressiva;
- fase trasgressiva marina miocenica;
- fase vulcanica distensiva plio-pleistocenica;
- fase di morfogenesi e sedimentazione continentale quaternaria.

A queste fasi, sviluppatasi in un arco di circa 30 Ma, possono essere fatte corrispondere le seguenti formazioni geologiche:

- a) *Formazione andesitoide – ignimbrica;*
- b) *Formazione marnoso – arenacea;*
- c) *Formazione basaltica;*
- d) *Sedimenti alluvionali recenti ed attuali e colluvi.*

Nell'area sottoposta ad esame non si rinviene alcun affioramento della formazione basaltica, ascrivibile alla fase vulcanica distensiva plio – pleistocenica, mentre sono presenti, ma non vengono interessati dai lavori, i sedimenti marini marnoso arenacei legati alla trasgressione marina, e a questa stessa possono essere collegati alcuni sedimenti vulcanici a carattere esplosivo di tipologia tufitica, cioè a sedimentazione subacquea, tanto continentale che marina.

La formazione andesitoide – ignimbrica è ulteriormente suddivisibile in una fase andesitoide inferiore, una ignimbrica inferiore, una andesitoide superiore, una ignimbrica superiore, ed una andesitoide terminale.

Le ignimbriti, prodotti generati dal raffreddamento di prodotti vulcanici a carattere esplosivo, le nubi ardenti, hanno composizione riolitica e riodacitica.

Le andesiti sono lave a chimismo dacitico e riolitico e, in subordine, allumino – basaltico.

Tali vulcaniti possono essere assunte, a livello locale, come terreni di basamento, e la copertura in questo caso è rappresentata dai materiali sedimentari recenti ed attuali, formati dalle coltri alluvionali, da quelle alluvio-colluviali e dai depositi di pendio.

I depositi alluvionali sono presenti quasi esclusivamente lungo gli alvei di scorrimento attuali, e sono costituiti da fasce limitate a non oltre una decina di metri per sponda, e con spessore che solo eccezionalmente supera i cinquanta centimetri.

Solo alle principali confluenze ed in limitate piane di esondazione vi sono maggiori estensioni, sia in senso laterale che in senso verticale, con potenza massima che raggiunge i due metri.

Differente è la condizione della piana del fiume Temo, in cui i sedimenti recenti presentano spessore abbondantemente superiore a venti metri, ed ampiezza prossima al chilometro.

Notevole diffusione areale hanno i depositi colluviali, materiali generati dall'alterazione in sito delle rocce di base e trasportati a valle da processi misti a carattere gravitativo ed alluvionale.

Solitamente sono concentrati nei bassi morfologici e nelle concavità, in cui tali depositi sono spesso sottoposti a processi di eluviazione, e derivano quasi esclusivamente da litologie arenacee e calcaree, comunque sedimentarie, solo in minima parte traggono origine dalle rocce laviche.

Il loro spessore è in genere nell'ordine del metro, mentre localmente e nelle aree più depresse può arrivare fino a due metri, e solo occasionalmente superare tale valore.

Anche i depositi di pendio hanno una modesta diffusione areale nella zona dove prevalgono le litologie Trachitoidi, tendenzialmente più propense alla genesi di prodotti sciolti lapidei.

Questi depositi, solitamente presenti alla base di versanti mediamente e molto acclivi e in genere associati a discontinuità strutturali o a rotture di pendio nette con genesi erosiva, sono caratterizzati da spessori molto modesti, eccezionalmente superiori al metro, e la loro ubicazione è estremamente localizzata e puntuale con estensione sempre molto contenuta e per tal motivo sono difficilmente definibili in cartografia nelle reali proporzioni dimensionali, per cui la loro restituzione grafica è quasi sempre notevolmente amplificata, assumendo un valore stratigrafico assolutamente indicativo e indicando piuttosto l'esistenza di particolari condizioni morfologiche.

Le opere da realizzare interessano prevalentemente terreni alluvionali nella tratta che interessa gli abitati di Bosa Marina e Bosa e in quella sviluppata in prossimità del rio Turas.

Tra Porto Alabe e Santa Maria del Mare i terreni sono rappresentati da tufi e tufiti, mentre Tra Santa Maria e Sa Lumenera le litologie affioranti sono costituite da ignimbriti trachitriche.

Le lave andesitiche affiorano solo in una modesta tratta lungo la strada tra Turas e Bosa Marina.

ha	Depositi antropici	Manufatti antropici e substrati artificiali	Attuale
b2	Depositi di gravità	Detriti immersi in matrice fine, intercalati a suoli	Attuale
b	Depositi alluvionali	Sabbie prevalenti e intercalate ghiaie con subordinate lenti limo-argillose	Olocene
a	Depositi di versante	Detriti con clasti angolosi talora parzialmente cementati	Olocene
g2	Depositi di spiaggia	Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi	Olocene
PVM2b	Subsistema di Portoscuso	Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali	Pleistocene sup.
BPL2	Subunità di Funtana Pedru Oe	Lave basaltiche in estese colate	Pliocene sup.
ODO	Formazione di Modolo	Arenarie, arenarie bioclastiche, arenarie marnose, calcari arenaceo-marnosi	Burdigaliano medio-sup. – Langhiano?
TOS	Tufiti di Bosa	Tufi e tufiti con intercalate lenti arenacee	Burdigaliano inf.-medio
TVU	Unità di Punta su Tuvu	Piroclastiti di flusso debolmente saldate	Burdigaliano
RRU	Unità di Nuraghe Forru	Piroclastiti di flusso saldate	Burdigaliano
SNLa	Litofacies Unità Rocca Pischinale	Livelli epiclastici e fluvio-lacustri	Burdigaliano
OSA	Unità di Bosa	Piroclastiti di flusso debolmente saldate	Burdigaliano
NMC	Unità di San Marco	Piroclastiti di flusso saldate	Burdigaliano
PED	Unità di Monte Pedru	Lave andesitico-basaltiche e basalti	Burdigaliano
LCD	Unità di Funtana su Lacheddu	Lave andesitiche pirossenico-anfiboliche in domi e colate	Burdigaliano
MLO	Unità di Monteleone	Piroclastiti di flusso da fortemente saldate a mediamente saldate	Burdigaliano
MRH	Unità di Monte Rughe	Andesiti basaltiche ed andesiti ipocristalline	Aquitano-Burdigaliano

5.3 Campagna di indagini geognostiche

Per la verifica diretta della successione stratigrafica e dello stato di consistenza dei terreni risulta necessaria una campagna di indagini geognostiche.

Le operazioni di sondaggio e di indagini geognostiche interesseranno gran parte dell'area di sviluppo dell'intervento, in special modo in corrispondenza delle vasche e degli impianti di sollevamento previsti.

L'area interessata dalle indagini sarà limitata alla zona in cui si sta effettuando il sondaggio o la prova geognostica; questa dovrà essere delimitata con una recinzione realizzata con rete ad alta visibilità e segnalata con apposita cartellonistica.

Piano delle indagini (Collettori)

Nel rispetto delle norme vigenti, come supporto imprescindibile alla fase progettuale esecutiva e sulla base sia dei dati disponibili utilizzati per la parametrizzazione preliminare del sottosuolo, si rende necessaria l'esecuzione di una campagna geognostica la quale, ai fini che interessano e considerato il modello geologico-idrogeologico esaminato, è opportuno che si espliciti mediante sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche continue, pozzetti geognostici e analisi di laboratorio.

In particolare lungo tutto lo sviluppo dell'opera prevista, si prevede l'esecuzione della seguente campagna di indagini e prove:

- n° 7 sondaggi a carotaggio continuo Ø 101 mm spinti a -10,00 m dal p.c.;
- n° 7 prelievi campioni rimaneggiati;
- n° 14 prove penetrometriche SPT;
- n° 7 classificazioni delle terre CNR-UNI 10006 in laboratorio;
- n° 17 pozzetti geognostici esplorativi;
- n° 7 prove di taglio in laboratorio e/o;
- n° 7 prove di compressione EEL;
- n. variabile in funzione della consistenza delle terre prove edometriche.

Tutti i sondaggi previsti verranno attrezzati a piezometro al fine di pianificare il monitoraggio della componente ambientale “acque sotterranee” in fase ante-operam, in fase di realizzazione e di esercizio.

A tale scopo sono inoltre previsti ulteriori n. 3 piezometri .



Figura 9 – Distribuzione planimetrica delle indagini geognostiche previste (**COLLETTORI**).

Piano delle indagini (Depuratore)

Nel rispetto delle norme vigenti, come supporto imprescindibile alla fase progettuale esecutiva e sulla base sia dei dati disponibili utilizzati per la parametrizzazione preliminare del sottosuolo, si rende necessaria l'esecuzione di una campagna geognostica la quale, ai fini che interessano e considerato il modello geologico-idrogeologico esaminato, è opportuno che si espliciti mediante sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche dinamiche e continue, pozzetti geognostici e analisi di laboratorio.

In particolare nell'area del depuratore interessata dai movimenti terre, si prevede l'esecuzione della seguente campagna di indagini e prove:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo Ø 101 mm spinti a –10,00 m dal p.c.;
- n° x prelievi campioni rimaneggiati;
- n° 4 prove penetrometriche SPT;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche DPM;
- n° x classificazioni delle terre CNR-UNI 10006 in laboratorio;
- n° 4 pozzetti geognostici esplorativi;
- n° x prove di taglio in laboratorio e/o;
- n° x prove di compressione EEL;
- n. variabile in funzione della consistenza delle terre prove edometriche.

Verrà inoltre realizzato n. 1 piezometro al fine di pianificare il monitoraggio della componente ambientale “acque sotterranee” in fase ante-operam, in fase di realizzazione e di esercizio.



Figura 10 - Distribuzione planimetrica delle indagini geognostiche previste (DEPURATORE).

La campagna di indagini geognostiche verrà realizzata, simultaneamente alla campagna di indagini necessarie per la caratterizzazione ambientale, nella fase precedente alla progettazione esecutiva e a seguito della firma del contratto, successiva all'approvazione del progetto definitivo.

Indagini geognostiche COLLETTORI			
Pozzetti	Sondaggi attrezzati a piezometro	Prove SPT	Ulteriori Piezometri
Pz1	SPz1	SPT1a	Pm1
Pz2	SPz2	SPT1b	Pm2
Pz3	SPz3	SPT2a	Pm3
Pz4	SPz4	SPT2b	
Pz5	SPz5	SPT3a	
Pz6	SPz6	SPT3b	
Pz7	SPz7	SPT4a	
Pz8		SPT4b	
Pz9		SPT5a	
Pz10		SPT5b	
Pz11		SPT6a	
Pz12		SPT6b	
Pz13		SPT7a	
Pz14		SPT7b	
Pz15			
Pz16			
Pz17			
17	7	14	3

Tabella 1 – Tabella riepilogativa della campagna geognostica da realizzare (COLLETTORI).

Indagini geognostiche DEPURATORE				
Pozzetti	Sondaggi	Prove SPT	Prove DPM	Ulteriori Piezometri
Pz18	S1	SPT8a	DPM1	Pm4
Pz19	S2	SPT8b	DPM2	
Pz20		SPT9a	DPM3	
Pz21		SPT9b	DPM4	
4	2	4	4	1

Tabella 2 - tabella riepilogativa della campagna geognostica da realizzare (DEPURATORE).

5.4 Contesto idrogeologico

L'idrogeologia di un settore dipende in maniera predominante dalla natura dei litotipi affioranti e dal loro grado di fessurazione. Sono, infatti, acquifere le rocce con caratteristiche tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili. Rocce molto porose, come sabbie e ghiaie, costituiscono ottimi acquiferi in grado di ospitare importanti falde idriche. Laddove le rocce non sono porose eventi tettonici, contrazioni termiche ed altro possono generare fratture entro le quali può instaurarsi, anche se solo lungo lineamenti preferenziali, una circolazione idrica.

Dal punto di vista idrogeologico gli acquiferi dei depositi alluvionali della Sardegna, essendo alimentati da corsi d'acqua, forniscono portate soddisfacenti (10-40 l/s). Si tratta di acquiferi da mediamente porosi ad altamente porosi, in funzione della presenza della frazione limo-argillosa. L'alimentazione di queste falde appare provenire più che dalle precipitazioni dirette (infiltrazione reale, pari ad un decimo degli apporti e un drenaggio in periodo estivo pari al 3% degli afflussi) da corsi d'acqua a carattere torrentizio che drenano i rilievi circostanti. L'entità dell'alimentazione appare difficile da stabilirsi per mancanza di misure dei deflussi sui corsi d'acqua.

Acquiferi - consentono sia il moto che l'immagazzinamento dell'acqua. Ammettono componenti di movimento sia orizzontale (con portate significative per le opere di captazione) che verticale. I parametri idraulici sono sperimentabili con prove di portata.

Aquitardi – la componente orizzontale è pressoché trascurabile. Possono essere però sede di importanti movimenti verticali. Inoltre, se potenti, possono rappresentare importanti serbatoi di immagazzinamento, da cui l'acqua, può muoversi in verticale verso gli acquiferi. I parametri idraulici sono indirettamente determinabili con prove di pompaggio sugli acquiferi posti al letto o al tetto.

Aquicludi – entrambe le componenti di moto sono trascurabili. L'acqua può essere presente sotto forma di ritenzione, non soggetta a forza di gravità. I parametri idraulici non sono determinabili con prove di pompaggio, ma solo con test di laboratorio.

Gli acquiferi sono differenziati dagli aquitardi e dagli aquicludi in base al valore della permeabilità: Il moto è regolato dalla legge di Darcy:

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

La legge è vettoriale per cui si possono distinguere una componente orizzontale K_h e una verticale K_v . Dal punto di vista operativo il moto orizzontale viene anche definito deflusso di falda e rappresenta il vettore di flusso verso le opere di captazione, ma poiché queste ultime hanno sezioni (A) molto piccole tale componente può risultare trascurabile per bassi valori di K.

Per gli stessi valori di K può viceversa essere rilevante il flusso verticale, dal momento che esso interessa l'intera sezione di A del sistema idrogeologico, se questo ammette significative variazioni del carico idraulico.

Il mezzo fisico in cui avviene il deflusso e l'immagazzinamento dell'acqua sotterranea permette di

distinguere:

1. *acquiferi granulari* (porosi)

2. *acquiferi fratturati*

Gli acquiferi possono essere classificati in base alle caratteristiche idrogeologiche della formazione

sovastante nel modo seguente:

Acquiferi freatici – non necessariamente devono affiorare sino alla quota del p.c., possono essere limitati da coperture meno permeabili. La condizione determinante è che non siano saturi sino a tetto, ovvero la superficie freatica, in contatto con l'esterno, cada all'interno.

Acquiferi semifreatici – è il caso in cui l'acquifero è limitato a tetto da una copertura a bassa permeabilità relativa, all'interno del quale cade la superficie freatica.

Acquiferi confinati – al tetto presentano un acquiclude o comunque un aquitard a bassissima permeabilità relativa, tale da rendere gli scambi idrici nulli, con gli acquiferi sovrastanti. Sono saturi e il livello di falda è piezometrico, ovvero rappresenta una pressione al letto dell'acquifero.

Acquiferi semiconfinati – al letto presentano un aquitard che si può estendere sino al p.c., oppure essere a sua volta sormontati da un acquifero freatico. Attraverso l'aquitard sono resi possibili gli scambi idrici verticali con l'acquifero sottostante. Se l'aquitard è dotato di magazzino proprio può cedere la risorsa all'acquifero semi-confinato.

Sistemi acquiferi multifalda – sono sistemi molto diffusi in natura, e generalmente sono contrassegnati da un acquifero freatico o semi freatico sovrapposto a più orizzonti successivi semi confinati, ovvero separati da aquitard. Le condizioni di scambio idrico sono regolate dal carico piezometrico e dalle caratteristiche degli aquitard.

Tutto il settore è caratterizzato da terreni che, in relazione alle caratteristiche litologiche d'origine, possono variare da molto permeabili (conglomerati e arenarie miocenici), a mediamente permeabili, a poco permeabili (le vulcaniti oligoceniche, i sedimenti miocenici, marne e argille, e i litotipi effusivi plio-pleistocenici).

Le vulcaniti oligoceniche sono costituite da alternanze di tufi e ignimbriti. I primi sono da considerarsi impermeabili, mentre le seconde, anch'esse impermeabili, assumono una certa permeabilità secondaria per fratturazione.

I sedimenti miocenici, caratterizzati da alternanze di marne e livelli calcarei e calcarenitici, hanno una bassa porosità efficace e di conseguenza sono poco permeabili, ma in coincidenza di aree interessate da forte fratturazione la permeabilità aumenta, dando luogo a falde di discreta entità.

I basalti hanno una media permeabilità secondaria per fratturazione. Alla loro base vi sono le litologie marnoso-arenacee che fungono da substrato impermeabile, favorendo così la formazione di numerose sorgenti. Anche i prodotti effusivi del Montiferru presentano una discreta permeabilità per fratturazione. Data la loro notevole potenza, potrebbero essere sede di falde anche importanti, ma nel complesso l'area presenta falde di scarsa entità.

Le falde freatiche vengono sfruttate tramite pozzi a grande diametro mentre quelle profonde, in alcuni casi in pressione, vengono sfruttate tramite pozzi trivellati con profondità elevate.

Le sorgenti sono abbastanza frequenti ma poche hanno portate interessanti. Le più importanti, principalmente di contatto, sono quelle che interessano il complesso vulcanico del Montiferru, che danno luogo a buone scaturigini, alcune delle quali sono già state captate per alimentare alcuni acquedotti locali. L'acquifero è costituito dalle vulcaniti plio-pleistoceniche mentre il substrato impermeabile è costituito dalle marne mioceniche oppure dalle vulcaniti più compatte o argillificate.

Un'altra serie di sorgenti è impostata nei sedimenti marini miocenici, di cui alcune al contatto tra i calcari conchiliari o arenacei e le marne, e le rimanenti, nel complesso marnoso-arenaceo.

Di seguito, si riportano gli acquiferi che interessano la U.I.O. del **Temo**.

- Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale;
- Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale

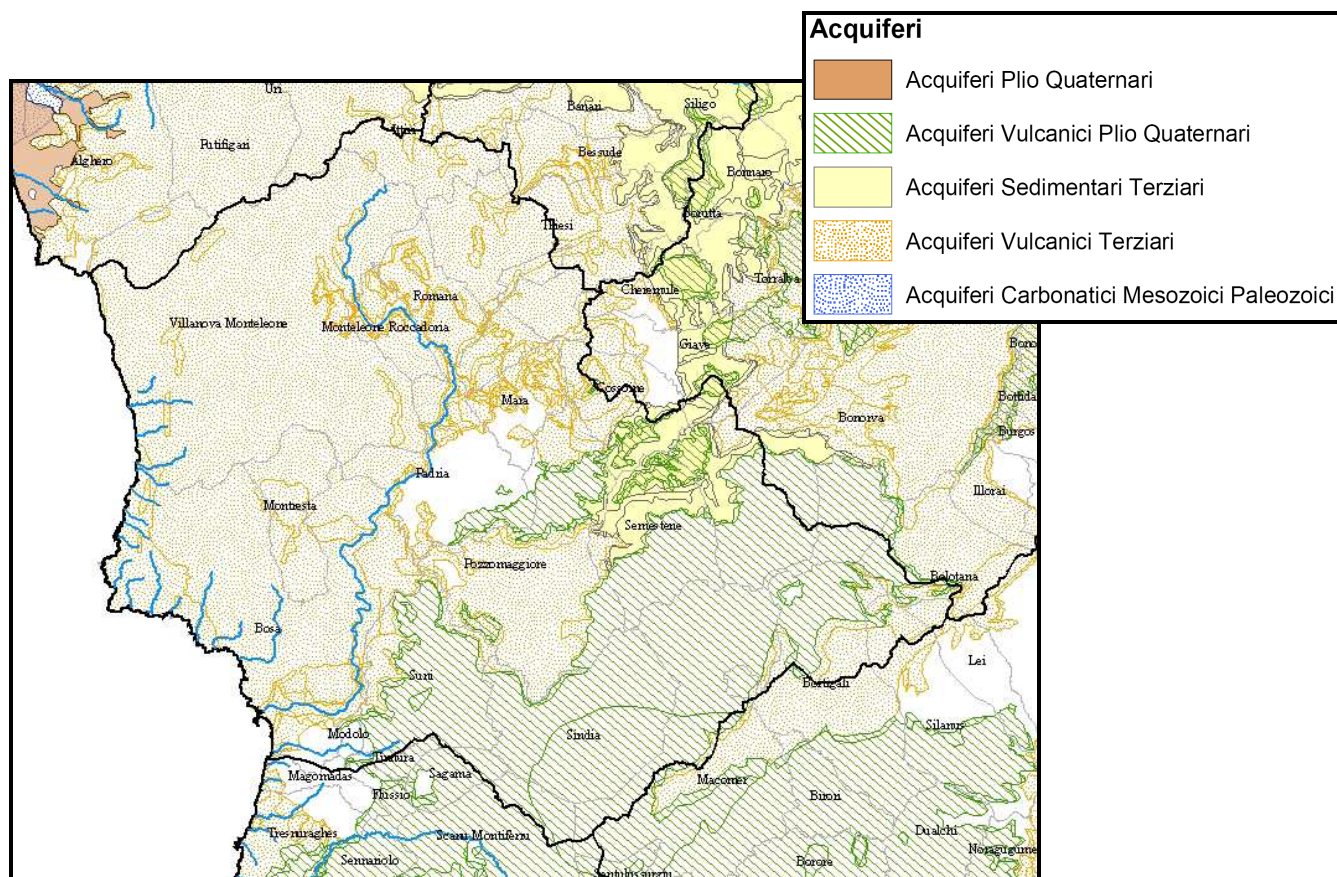


Figura 11 – Acquiferi delle U.I.O. del Tirso, Temo e Mare Foghe.

Di seguito si riportano i valori dei *range* di permeabilità individuati all'interno dell'area investigata, come riportato nella carta idrogeologica allegata al progetto.

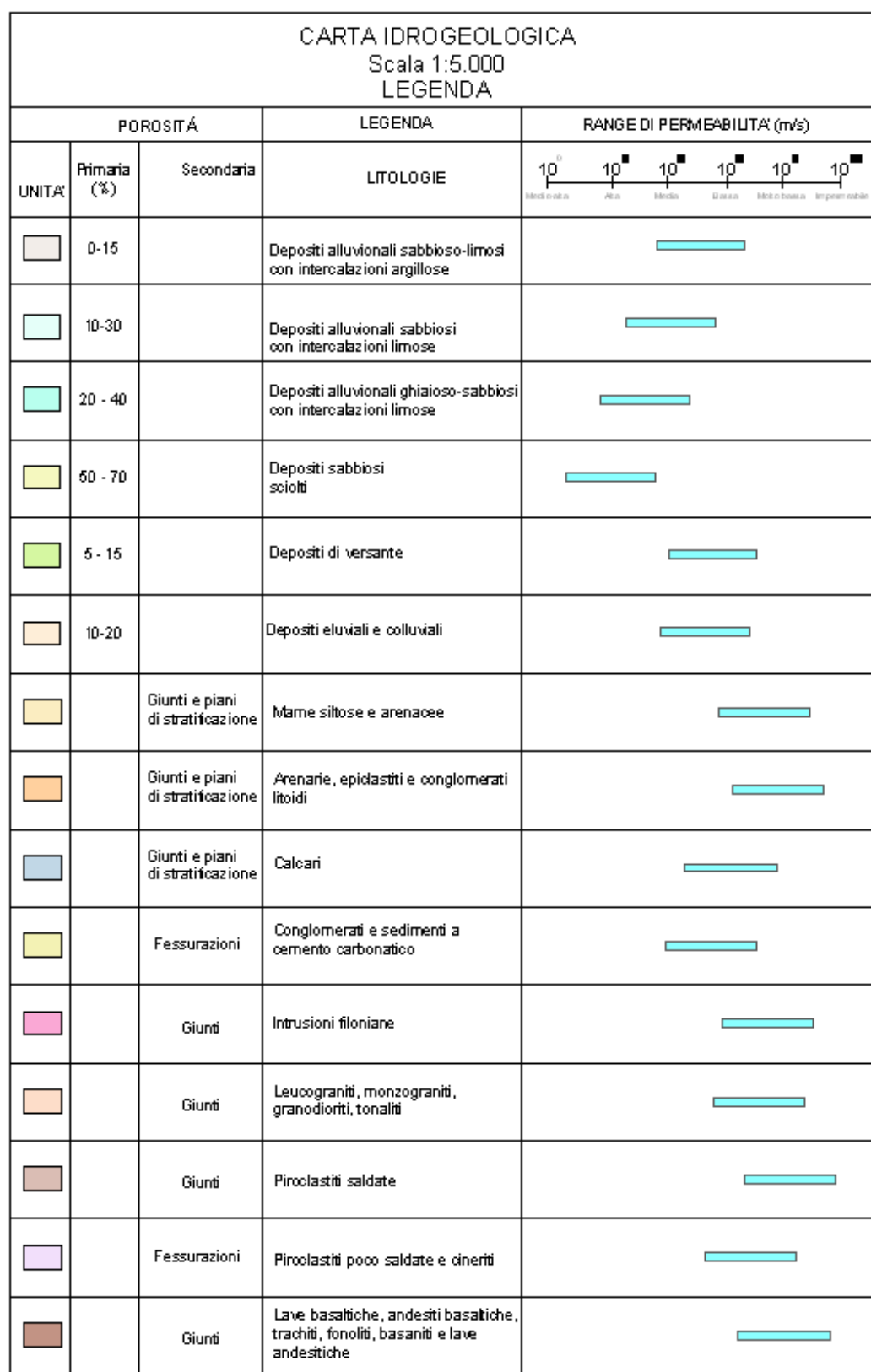


Figura 12 – Range di permeabilità delle unità ricadenti nell'area in esame.

6 PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

In tale fase progettuale è stato pianificato un piano di campionamento e analisi al fine di caratterizzare i sedimenti che dovranno essere riutilizzati come sottoprodotto per i rinterri dei cavi.

Tale piano di campionamento è stato organizzato in conformità con il D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 (pubblicato in G.U. del 7 agosto 2017, n. 183).

L'articolo 4 riporta i criteri che devono essere soddisfatti per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti, riprendendo le indicazioni riportate all'Articolo 184-bis, comma 1, del D.lgs. 152/06. Criteri validi per tutte le tipologie di cantiere (piccoli, grandi ecc..) la cui sussistenza deve essere comprovata dal "piano di utilizzo" o dalla "dichiarazione di utilizzo" per cantieri di piccole dimensioni e dal "documento di avvenuto utilizzo".

6.1 Descrizione delle indagini e delle modalità di esecuzione

In prima fase è stato effettuato un rilevamento geologico di dettaglio al fine di consentire la redazione di una cartografia tematica in scala minore.

È stata raccolta ed esaminata la documentazione cartografica ed bibliografica, edita ed inedita, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, idrografici ed idrodinamici dei corsi d'acqua in questione.

La campagna di indagini di caratterizzazione ambientale sarà realizzata congiuntamente alla campagna di indagini geognostiche.

Tutte le attività di campionamento dovranno essere effettuate "a secco" mediante:

1. Mezzo escavatore;



Figura 13 – Escavatore meccanico cingolato di adeguata potenza.

2. Sonda idraulica.



Figura 14 – Sonda idraulica.

Dopo il prelievo gli scavi o i fori saranno ripristinati e/o attrezzati a piezometro (si veda la planimetria delle indagini geognostiche previste).

Escavatore

Verrà impiegato un mezzo escavatore cingolato di adeguata potenza anche in funzione dello stato di addensamento dei sedimenti da investigare.

I materiali estratti saranno adagiati lateralmente allo scavo e poi utilizzati per riempire il medesimo e ripristinare lo stato dei luoghi una volta ultimate le operazioni di campionamento.

Per eventuali indagini BTEX e IPA, il campionamento dovrà essere eseguito secondo le procedure indicate nell'All. 2 del D.P.R. 120/2017 per scavi inferiori ai 2 m di profondità.

Per ogni pozzetto verranno prelevati 2 campioni. Il primo nell'unità litostratigrafica superficiale, il secondo sull'unità litostratigrafica profonda.



Figura 15 – Prelievo del campione.

Sonda idraulica

Per l'esecuzione dei sondaggi la tecnica utilizzata sarà quella a rotazione con carotaggio integrale, diametro \varnothing 101 mm, con estrazione del 100% di terreno attraversato, utilizzando aste di perforazione \varnothing 76 mm e carotiere semplice con tagliente in widia, impiegando una sonda idraulica specifica per indagini geognostiche.

Durante l'avanzamento della trivellazione, i fori saranno protetti da rivestimenti metallici provvisori \varnothing 127 mm e lunghezza 3 m al fine di contenere i franamenti delle pareti.

Le verticali di investigazione, verranno spinte fino a profondità comprese tra 5.00÷10.00 m dal p.c..

Le carote estratte verranno riposte in cassette catalogatrici monostampo in P.V.C. della lunghezza di 1,00 m, dotate di 5 scomparti e provviste di appositi divisori con relative indicazioni delle profondità raggiunte.



Figura 16 – Esempio di cassetta catalogatrice

Successivamente all'analisi ed alla ripresa fotografica le cassette verranno depositate presso il deposito della ditta di perforazioni, a disposizione del Committente.

Formazione e conservazione del campione

Il campione prelevato verrà omogeneizzato in situ, quartato e privato dei materiali estranei (radici, vetro, ciottoli etc.), e della frazione maggiore di 2 cm scartata in campo con l'ausilio di

apposito vaglio, il tutto su un telo di polietilene per evitare il contatto diretto sul terreno, utilizzando strumenti decontaminati al termine di ogni operazione.

Solo eventuali campioni da sottoporre ad analisi per gli idrocarburi saranno prelevati puntualmente.

Il campione verrà distribuito in diversi contenitori dedicati (polietilene, vetro, polietilene sterile e *vials*), funzionalmente ai parametri da determinare in laboratorio, etichettati e datati, in doppia serie.



Figura 17 – Setacciatura del campione da analizzare.

Lo stesso giorno del prelievo, entrambe le serie di campioni saranno conferite presso il laboratorio per l'esecuzione delle analisi chimiche e la conservazione in archivio.

Il trasporto avverrà in borsa refrigerata a temperatura di $4\pm6^{\circ}\text{C}$.

6.2 Localizzazione dei punti di campionamento

Dalla sovrapposizione della carta geologica con lo stato di progetto e la sua rielaborazione in funzione delle profondità di scavo previste, è stato possibile localizzare i punti di campionamento.

La densità dei punti di indagine e la loro ubicazione è stata elaborata in funzione delle dimensioni dell'area di intervento.

Per quanto riguarda i **collettori**, trattandosi di opera infrastrutturale lineare, il campionamento andrà effettuato almeno ogni 500 m lineari di tracciato. Alla luce di tale dato si è ritenuto opportuno scegliere un numero di punti di indagine pari a **24**, stimato secondo lo schema specificato nell'Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione" del D.P.R. 120/2017.

Per quanto riguarda il **depuratore**, trattandosi di un'opera areale dimensioni comprese tra 2.500 e 10.000 mq (nello specifico pari a ca. 4.900 mq), si prevede un numero di punti di indagine pari a **4**.

<i>Dimensioni dell'area</i>	<i>Punti di prelievo</i>
Inferiore a 2.500 mq	3
Tra 2.500 e 10.000 mq	3 + 1 ogni 2.500 mq
Oltre i 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq eccedenti

La caratterizzazione ambientale verrà eseguita mediante i sondaggi a carotaggio continuo e i pozzetti geognostici previsti, con prelievo dei campioni sino alle profondità previste dagli scavi.

I campioni da sottoporre ad analisi sono stati identificati in funzione della profondità. Per ogni punto di prelievo con indagine superiore ai 2 m di profondità:

campione a: da 0 a 1 m dal piano di campagna;

campione b: nella zona intermedia;

campione c: nella zona di fondo scavo.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

<u>COLLETTORI</u>				<u>DEPURATORE</u>			
<i>Campionamento per caratterizzazione ambientale (<u>lineare</u>)</i>				<i>Campionamento per caratterizzazione ambientale (<u>areale</u>)</i>			
AM01a	AM09b	AM17a	AM23b	AM25a			
AM01b	AM10a	AM17b	AM24a	AM25b			
AM02a	AM10b	AM18a	AM24b	AM26a			
AM02b	AM11a	AM18b	AM24c	AM26b			
AM03a*	AM11b	AM18c		AM26c			
AM03b*	AM12a	AM19a		AM27a			
AM04a*	AM12b	AM19b		AM27b			
AM04b*	AM12c	AM19c		AM28a			
AM05a*	AM13a	AM20a		AM28b			
AM05b*	AM13b	AM20b		AM28c			
AM06a*	AM14a	AM21a					
AM06b*	AM14b	AM21b					
AM07a*	AM14c	AM21c					
AM07b*	AM15a	AM22a					
AM08a	AM15b	AM22b					
AM08b	AM16a	AM22c					
AM09a	AM16b	AM23a					
n. campioni = 55				n. campioni = 10			

*=punti di indagine comprensive degli analiti BTEX e IPA

Tabella 3 – Definizione dei punti di campionamento da effettuarsi per l'opera lineare: collettori e quella areale: depuratore.

La metodologia utilizzata per il prelievo dei campioni necessari alla determinazione dei parametri BTEX (aromatici: benzene, etilbenzene, toluene e xilene) e IPA (*idrocarburi policiclici aromatici*), sarà quella dello scavo superficiale a mezzo escavatore per profondità inferiore ai 2 m e prelievo di un campione per ciascun metro di profondità

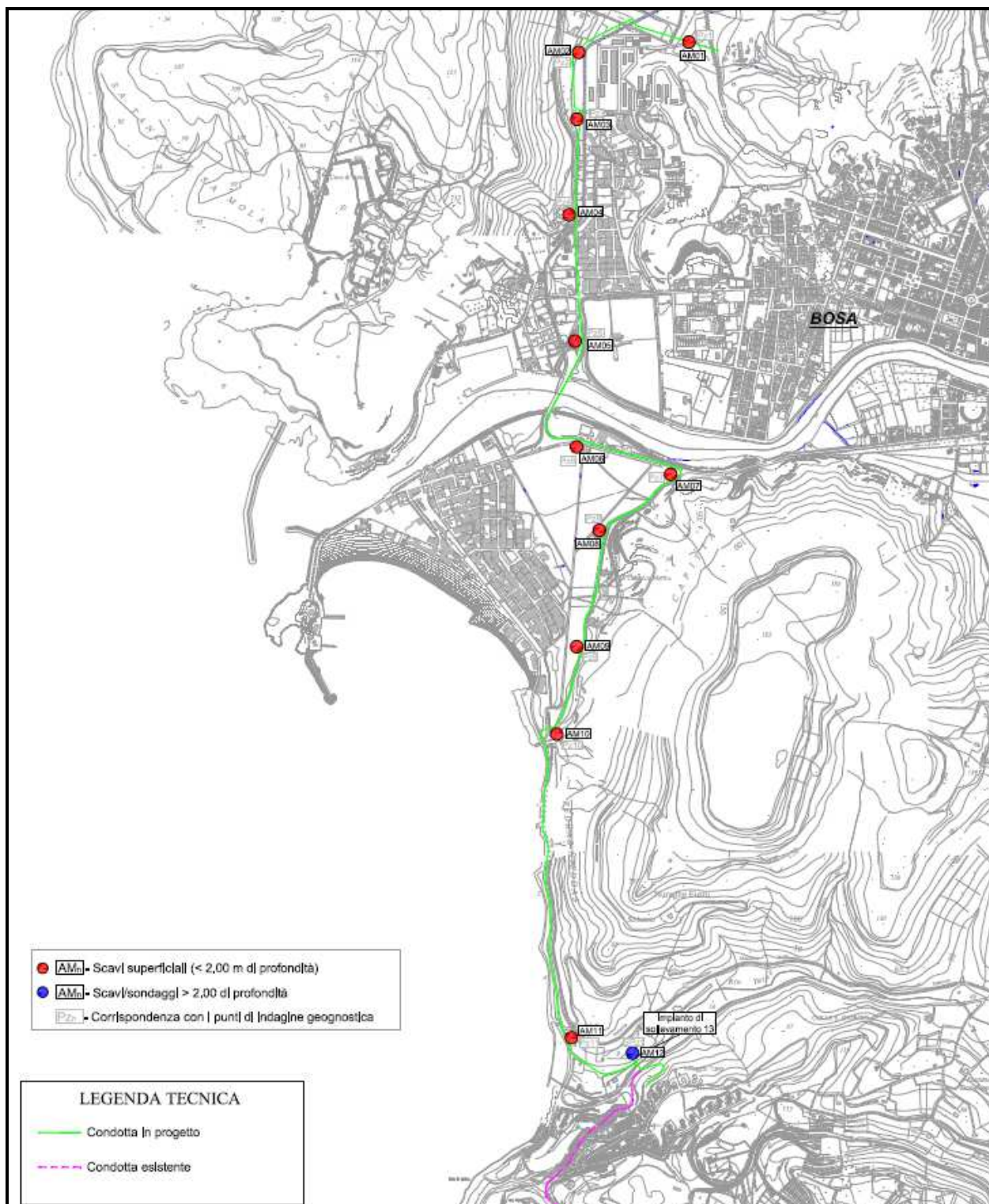


Figura 18 – Ubicazione e distribuzione delle indagini di caratterizzazione ambientale previste (collettori zona NORD).

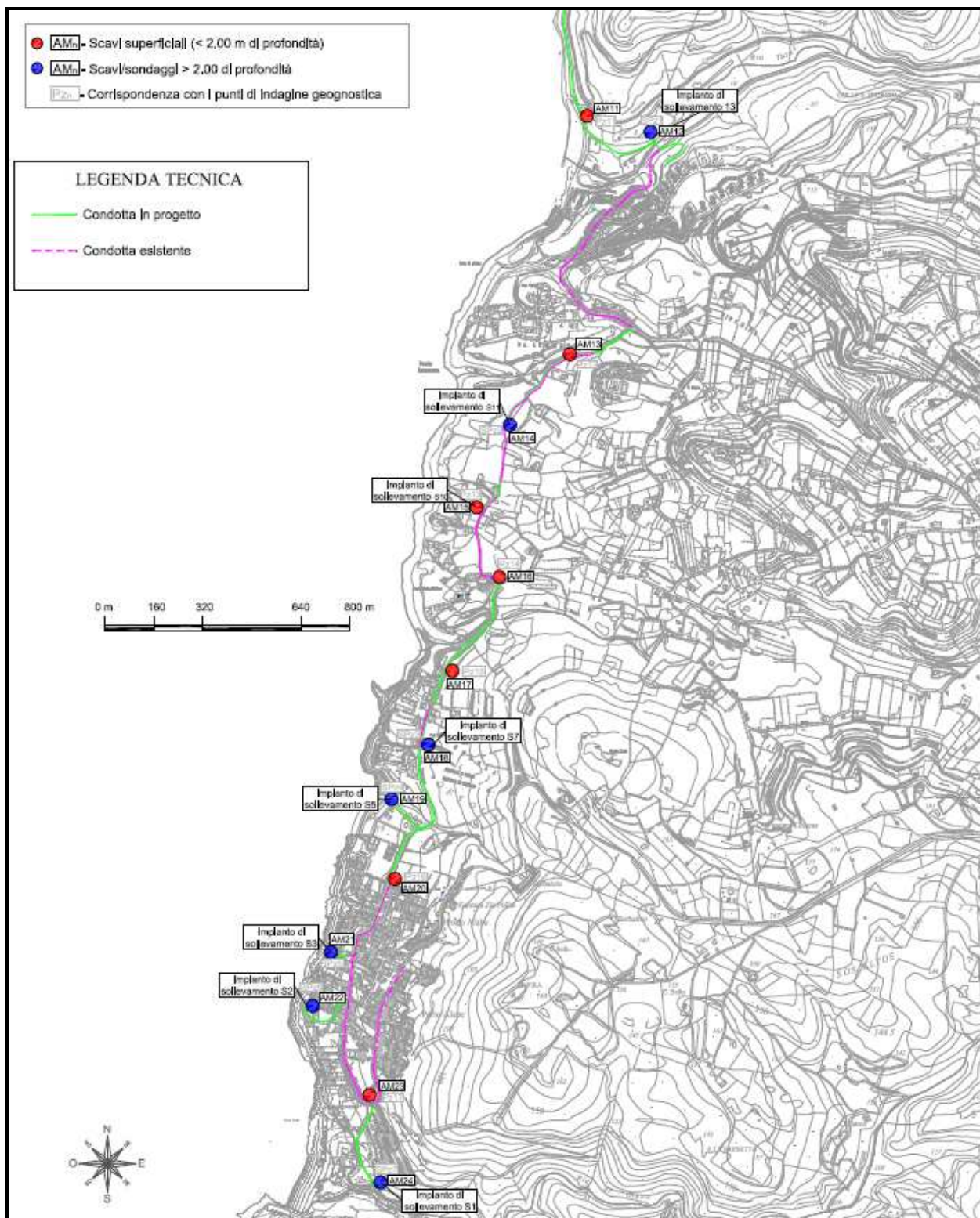


Figura 19 - Ubicazione e distribuzione delle indagini di caratterizzazione ambientale previste (collettori zona SUD).

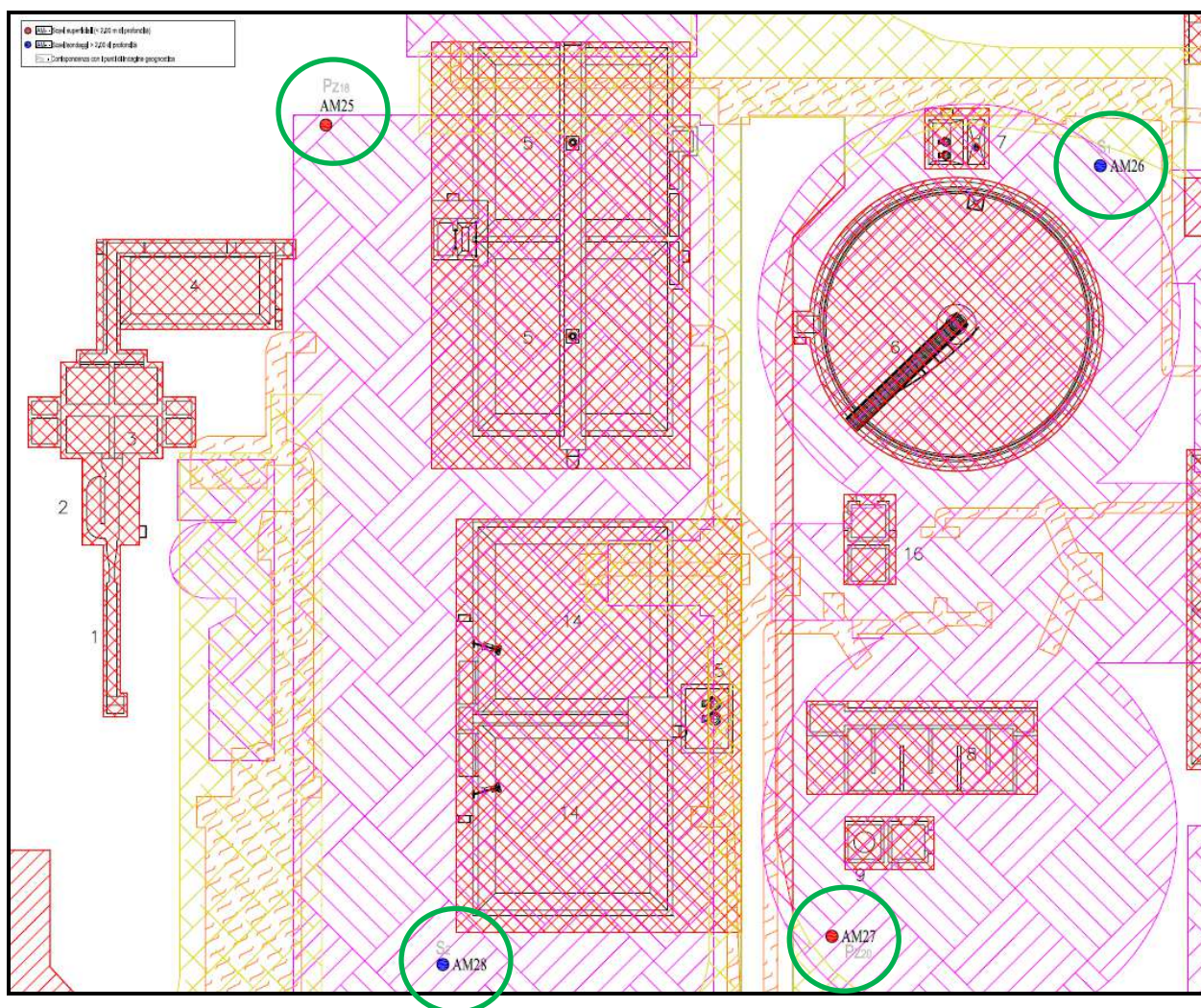


Figura 20 - Ubicazione e distribuzione delle indagini di caratterizzazione ambientale previste (depuratore).

6.3 Elenco delle sostanze da ricercare (All.4 – D.Lgs. 152/2006)

Il set di parametri analitici da ricercare è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato nella Tabella dell'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare può essere modificata ed estesa in accordo con l'Autorità competente in considerazione delle attività antropiche pregresse.

I parametri da considerare sono perciò i seguenti:

Parametro	Metodo analitico	Unità Misura
Umidità	D.M.13/09/99 Met II.2 GU n°248 21/10/1999 SO n°185	%
Scheletro (2 mm)	D.M.13/09/99 Met II.1 GU n°248 21/10/1999 SO n°185	%
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Cobalto	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6020A 2007	mg/kg
Cromo esavalente	EPA 3060A 1996 Rev.1	mg/kg
Amianto	DM 06/09/1994 GU n° 220 20/09/1994 SO All.1A	mg/kg
Idrocarburi Pesanti C > 12	EPA 8015C 2007	mg/kg
BTEX	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	
IPA	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	

Tabella 4 – Metodologie analitiche di riferimento impiegate in laboratorio.

I parametri BTEX e IPA saranno eseguiti poiché parte dell'area soggetta a scavo risulta collocata a distanza inferiore ai 20 m dall'infrastruttura viaria di grande comunicazione costituita dalla S.S. 129 bis.

		A	B
		<i>Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)</i>	<i>Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)</i>
	Composti inorganici	CSC	CSC
2	Arsenico	20	50
4	Cadmio	2	15
5	Cobalto	20	250
6	Cromo totale	150	800
7	Cromo IV	2	15
8	Mercurio	1	5
9	Nichel	120	500
10	Piombo	100	1000
11	Rame	120	600
16	Zinco	150	1500
	Aromatici BTEX		
19	Benzene	0.1	2
20	Etilbenzene	0.5	50
21	Stirene	0.5	50
22	Toluene	0.5	50
23	Xilene	0.5	50
24	Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	1	100
	Idrocarburi policiclici aromatici IPA		
25	Benzo(a)antracene	0.5	10
26	Benzo(a)pirene	0.1	10
27	Benzo(b)fluorantene	0.5	10
28	Benzo(k)fluorantene	0.5	10
29	Benzo(g,h,i)terilene	0.1	10
30	Crisene	5	50
31	Dibenzo(a,e)pirene	0.1	10
32	Dibenzo(a,l)pirene	0.1	10
33	Dibenzo(a,i)pirene	0.1	10
34	Dibenzo(a,h)pirene	0.1	10
35	Dibenzo(a,h)antracene	0.1	10
36	Indenopirene	0.1	5
37	Pirene	5	50
38	Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	10	100
	Idrocarburi		
95	Idrocarburi pesanti C>12	50	750
	Altre sostanze		
96	Amianto	1000	1000

Tabella 5 - Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare.

6.4 Metodiche analitiche e dei limiti di quantificazione

Le analisi dovranno essere condotte in un laboratorio accreditato ai sensi della UNI CEI EN 17011/05 secondo le procedure conformi ai protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti quali, ad esempio, le metodiche EPA, ISO, INI EN, IRSA-CNR, il Manuale Tecnico «Metodologie analitiche di riferimento» a cura dell'ICRAM, Ministero Ambiente e Tutela del Territorio (2001) come specificato nella tabella sottostante.

La concentrazione degli analiti sarà determinata sul passante 2 mm e riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

I campioni saranno prelevati da un tecnico del laboratorio il quale provvederà a privarli della frazione maggiore di 2 cm (scartata in campo).

Le determinazioni analitiche in laboratorio verranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione verrà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Sui campioni saranno eseguite delle analisi chimico-batteriologiche incentrate sulla determinazione dei metalli, degli idrocarburi totali, dei fitofarmaci e del contenuto microbiologico, secondo lo schema riportato in Tab. 1. Complessivamente sono state eseguite le seguenti determinazioni di laboratorio:

6.4.1 Parametri BTEX e IPA

La vicinanza delle aree oggetto di scavo con la S.S. 129 bis rende necessaria l'analisi dei parametri BTEX (*aromatici*: benzene, etilbenzene, toluene e xilene) e IPA (*idrocarburi policiclici aromatici*).

7 UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

7.1 Suddivisione dei volumi di scavo e siti di produzione

7.1.1 Collettori

I volumi di scavo risultano come prodotto di tre tipologie principali di movimento terre.

1. Scavi a sezione obbligatoria
2. Sbancamento

Gli **scavi a sezione obbligatoria** comprendono tutte le operazioni relative all'adeguamento e la realizzazione delle condotte fognarie e idriche in pressione e a gravità previste in progetto.

I quantitativi sono riassunti nella seguente tabella:

tratto	Movimenti terre		
	scavo	rinterro con materiali di scavo	bilancio mov. terre
	A (mc)	B (mc)	A-B (mc)
1	249,16	147,11	102,05
2	155,28	98,71	56,57
3	36,98	21,27	15,71
4	17,38	8,71	8,67
5	352,81	194,77	158,04
6	93,25	59,34	33,91
7	268,10	116,11	151,99
8	17,55	9,25	8,30
8.1	8,36	1,90	6,46
9	450,83	231,77	219,06
10	107,89	54,96	52,93
11	16,65	11,03	5,62
12	7,35	1,68	5,67
13	333,51	85,71	247,80
14	163,41	86,35	77,06
15	27,64	10,11	17,53
16	3.293,81	1.378,60	1.915,21
17	139,27	57,49	81,78
S4-C	37,64	9,79	27,85
tot	5.776,87	2.584,66	3.192,21

Tabella 6 – Riepilogo dei volumi relativi alle operazioni di scavo per la realizzazione delle condotte.



Figura 21 - Distribuzione delle aree di produzione di materiali derivanti da scavi e demolizioni (settore NORD).

Dall'analisi della cartografia geologico-tecnica elaborata in fase di progettazione, in assenza di indagini, è stato possibile fare una stima delle percentuali di roccia dura, roccia media e terreno costituenti i volumi si scavo ricavati.

È emerso che i **5 776.87 mc** di scavo sono distinti come segue:

<i>suddivisione dei volumi escavati (condotte)</i>		
	mc	%
roccia dura	159.51	2%
roccia media	2 614.69	44%
terreno sciolta o compatto	3 002.67	54%
tot	5 776.87	100%

Tabella 7 – Stima delle percentuali di terreno e roccia derivanti dagli scavi relativi alla realizzazione delle condotte.

Gli **scavi di sbancamento** comprendono gli ingenti movimenti terre derivanti dalla realizzazione degli impianti di sollevamento previsti in progetto.

<i>scavi di sbancamento</i>			
sollevamento S1	mc	525.00	tot
sollevamento S7	mc	525.00	
sollevamento S11	mc	525.00	
sollevamento S13	mc	619.50	
		2 194.50	mc

Tabella 8 – Riepilogo dei volumi relativi alle operazioni di sbancamento per la realizzazione degli impianti di sollevamento.

Anche per quanto riguarda gli scavi di sbancamento, dall'analisi della cartografia geologico-tecnica elaborata in fase di progettazione, in assenza di indagini, è stato possibile fare una stima delle percentuali di roccia dura, roccia media e terreno costituenti i volumi si scavo ricavati.

È emerso che i **2 194.50 mc** di scavo sono distinti come segue:

<i>suddivisione dei volumi escavati (sollevamenti)</i>		
	mc	%
roccia dura	65.57	3%
roccia media	590.15	27%
terreno sciolta o compatto	1 538.78	70%
tot	2 194.50	100%

Tabella 9 - Stima delle percentuali di terreno e roccia derivanti dagli scavi relativi alla realizzazione dei sollevamenti.



Figura 22 – Distribuzione delle aree di produzione di materiali derivanti da scavi e demolizioni (settore SUD).

7.1.2 Depuratore

DEMOLIZIONI

m3 2607 sezioni fuori terra
m3 1300 sezioni interrato

SCAVI

m3 1752 di sbancamento
m3 470 a sezione obbligata ristretta

REINTERRO

m3 370 per scavi a sezione obbligata ristretta

CONFERIMENTO IN DISCARICA

m3 1425

Tabella 10 - Riepilogo dei volumi relativi alle lavorazioni previste nel depuratore.

RIEPILOGO SUDDIVISIONE MATERIALI DA RIUTILIZZARE E DA CONFERIRE AD IDONEO IMPIANTO DI TRATTAMENTO (COLLETTORI+DEPURATORE)

		RIUTILIZZO		RIUTILIZZO	
	Scavi a sezione obbligata e ristretta (mc)	Rinterri (mc)	Scavi a larga sezione (mc)	Rinterri (mc)	Conferimento impianto di recupero
Condotte	5.776,87	-2.584,66	2.194,50	-	5.386,71
Depuratore	470,00	-370,00	1.752,00	-427,00	1.425,00
		2.954,66		427,00	

Totale conferimento	3.381,66	mc
Totale riutilizzo	6.811,71	mc

7.2 Suddivisione dei materiali e processi di produzione e impiego

In fase di realizzazione delle opere, nelle operazioni di scavo potranno essere asportati:

- **riporti di origine antropica e sovrastruttura stradale**

in corrispondenza dei primi decimetri di scavo nelle sedi stradali, come sottofondo delle stesse. I prodotti provenienti dalla demolizione della sede stradale saranno stoccati in una apposita area del cantiere in attesa di essere conferiti presso apposito sito di trattamento.

- **orizzonti pedogenetici superficiali**

costituiscono i primi 30-50 cm di scavo, corrispondenti ai suoli caratterizzati da matrice limo argillosa e argillo-sabbiosa. Saranno intercettabili nei tratti di condotta previsti in corrispondenza di terreno naturale (tratto 17) e in corrispondenza degli scavi di sbancamento necessari per la realizzazione degli impianti di sollevamento.

Si tratta dei volumi di scavo potenzialmente caratterizzati da intervalli granulometrici e valori di plasticità tipici delle terre sabbiose e sabbioso-limose idonee ad essere riutilizzati, previa selezione, nella realizzazione della posa dello strato sabbioso previsto in fase di ripristino degli scavi di realizzazione delle condotte.

- **depositi alluvionali in facies sabbiosa o sabbioso-ciottolosa**

si tratta di depositi alluvionali olocenici e/o pleistocenici da sciolti a compatti. Le facies sabbiose risultano potenzialmente idonee, previa selezione, per il riutilizzo come strato sabbioso nei ripristini degli scavi previsti per la realizzazione delle condotte.

- **depositi alluvionali in facies limosa o limoso-sabbiosa**

si tratta di depositi alluvionali olocenici generalmente sciolti. Anche in questo caso le facies sabbiose risultano potenzialmente idonee, previa selezione, per il riutilizzo come strato sabbioso nei ripristini degli scavi previsti per la realizzazione delle condotte.

- **depositi alluvionali in facies argillosa o argilloso-limosa**

si tratta di depositi alluvionali olocenici dotati di plasticità da media ad elevata, rinvenibili in forme lenticolari intercalate tra gli strati sabbiosi e limosi.

- **depositi eluvio-colluviali di origine vulcanica terziaria in matrice fine**

si tratta delle coltri derivanti dall'alterazione dei depositi vulcanici terziari caratterizzanti il settore in esame. Sono generalmente immersi in matrice fine.

- **litotipi piroclastici di flusso mediamente o fortemente saldati**

si tratta dei livelli rocciosi terziari costituiti dalle piroclastiti saldate. Sono unità litostratigrafiche tenaci che per le operazioni di scavo prevedono l'utilizzo del martellone.

- **litotipi piroclastici di flusso debolmente saldati**

sono costituiti da litotipi che variano da forme tufacee (facilmente scavabili) ad unità litostratigrafiche alternate in sequenze da poco saldate a mediamente saldate. Queste ultime possono pertanto talora necessitare dell'utilizzo del martellone nelle operazioni di scavi.

Nell'ambito delle operazioni di riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi attraverso la selezione degli stessi si ritiene possibile recuperare le terre riutilizzabili nelle lavorazioni all'interno del cantiere (strato di rinterro nel ripristino degli scavi per la realizzazione delle condotte). Per quanto riguarda il recupero dei materiali per il riutilizzo nella realizzazione dello strato di sabbia sarà necessario eseguire la caratterizzazione delle terre al fine di verificarne la disponibilità in situ.

Come detto la quasi totalità dell'opera a rete è prevista al di sotto della sede stradale esistente. In fase di apertura degli scavi per la posa delle condotte, dopo aver separato il materiale derivante dalla demolizione della sede stradale esistente, il materiale scavato verrà posto temporaneamente a lato dello scavo stesso in modo tale da poter eseguire il rinterro con parte del materiale escavato.

Il materiale residuo verrà poi trasportato nell'area di deposito prevista all'interno del cantiere e stoccata in un apposito settore contrassegnato dal codice CER di appartenenza.

L'area di cantiere principale è prevista in un settore ubicato ad E della località di Bosa Marina, come riportato nell'inquadramento allegato alla presente relazione.

Sono inoltre previste altre 5 aree di cantiere e deposito ubicate in prossimità delle aree soggette alle lavorazioni, come indicato nelle planimetrie allegate.

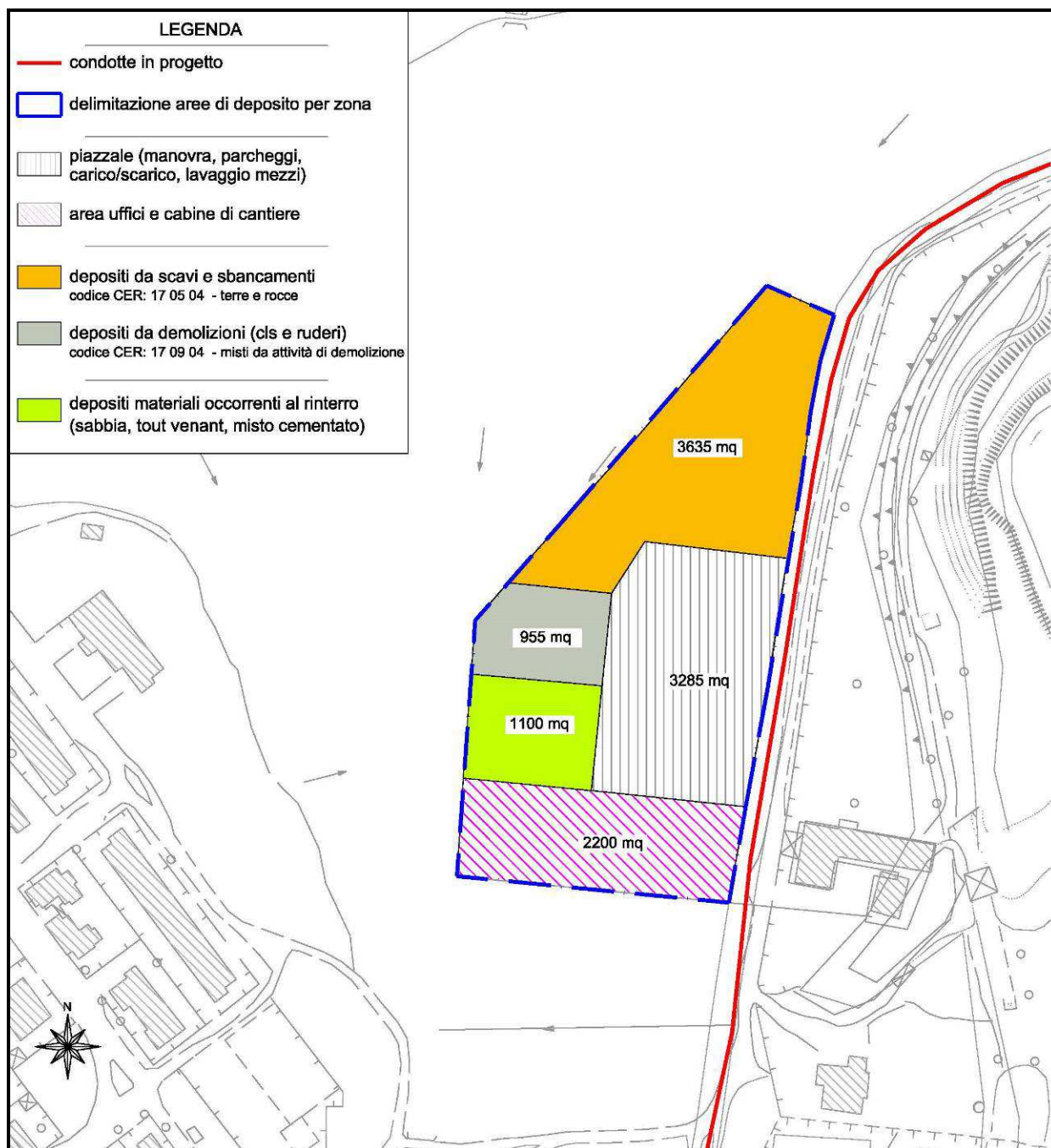


Figura 23 – Area di cantiere e suddivisione delle aree di stoccaggio dei differenti materiali prodotti dalle lavorazioni.

7.2.1 Normale pratica industriale

Costituiscono un trattamento di normale pratica industriale quelle operazioni, anche condotte non singolarmente, alle quali può essere sottoposto il materiale da scavo, finalizzate al miglioramento delle sue caratteristiche merceologiche per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace. Tali operazioni in ogni caso devono fare salvo il rispetto dei requisiti previsti per i sottoprodotti, dei requisiti di qualità ambientale e garantire l'utilizzo del materiale da scavo conformemente ai criteri tecnici stabiliti dal progetto.

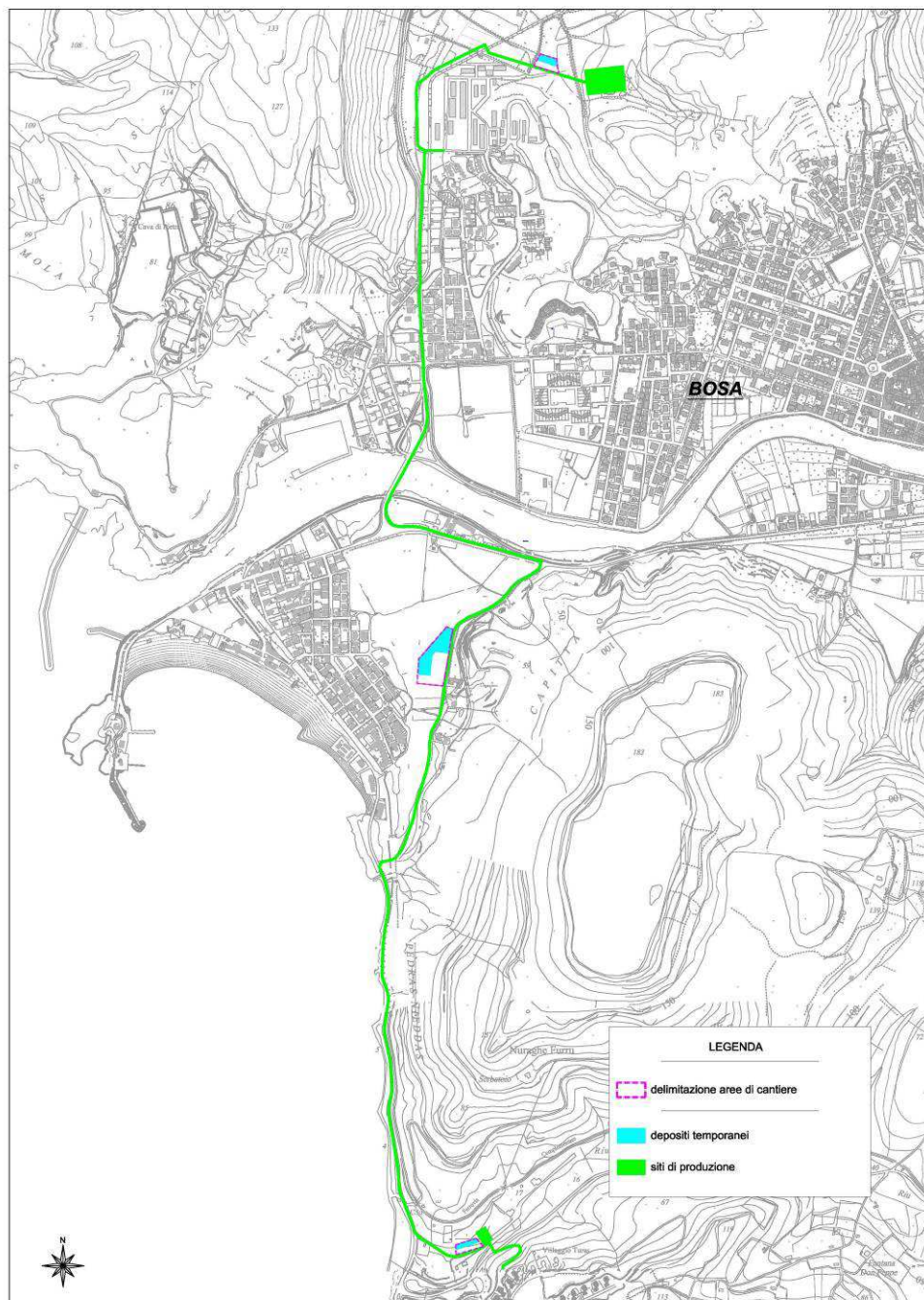
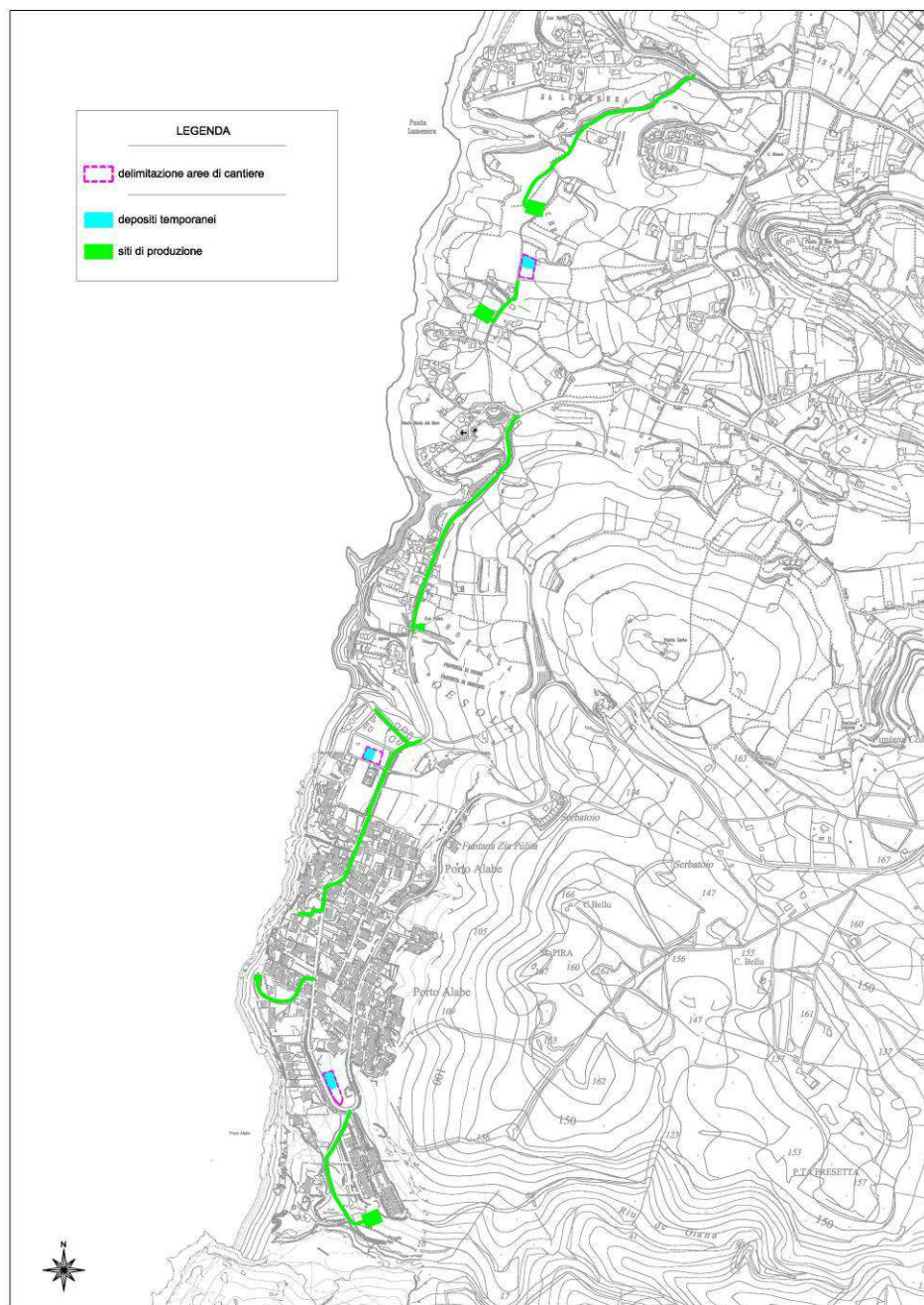


Figura 24 – Ubicazione dei siti di produzione, delle aree di cantiere e dei depositi temporanei (settore NORD).



Nell'ambito delle operazioni di riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi si prevede una selezione granulometrica del materiale da scavo al fine di recuperare la maggior parte delle terre riutilizzabili nelle lavorazioni all'interno del cantiere (rinterro dei cavi, di parte degli sbancamenti e regolarizzazione delle superfici).

Sono stati ipotizzati dei depositi temporanei all'interno delle aree di cantiere previste in prossimità dalle aree di produzione in maniera tale da minimizzare gli eventuali flussi di movimento dei mezzi meccanici al di fuori del perimetro dei lavori e minimizzare le distanze da percorrere.

7.2.2 *Utilizzo dei materiali da scavo nel sito di produzione e impiego come sottoprodotti*

I materiali da scavo verranno parzialmente riutilizzati all'interno delle aree di cantiere (opera stessa), nella esecuzione dei rinterri.

Le tabelle sottostanti riassumono i volumi di materiali provenienti dalle attività di movimento terre da reimpiegare all'interno dell'area di cantiere.

tratto	Movimenti terre		
	scavo	rinterro con materiali di scavo	bilancio mov. terre
	A (mc)	B (mc)	A-B (mc)
1	249,16	147,11	102,05
2	155,28	98,71	56,57
3	36,98	21,27	15,71
4	17,38	8,71	8,67
5	352,81	194,77	158,04
6	93,25	59,34	33,91
7	268,10	116,11	151,99
8	17,55	9,25	8,30
8.1	8,36	1,90	6,46
9	450,83	231,77	219,06
10	107,89	54,96	52,93
11	16,65	11,03	5,62
12	7,35	1,68	5,67
13	333,51	85,71	247,80
14	163,41	86,35	77,06
15	27,64	10,11	17,53
16	3.293,81	1.378,60	1.915,21
17	139,27	57,49	81,78
S4-C	37,64	9,79	27,85
tot	5.776,87	2.584,66	3.192,21

Tabella 11 – Materiali riutilizzati per la realizzazione dei rinterri con materiale proveniente dagli scavi.

7.3 Individuazione dei percorsi e modalità e tipologia di trasporto

Preventivamente al trasporto del materiale da scavo, deve essere inviata all'Autorità competente una comunicazione attestante le generalità della stazione appaltante, della ditta appaltatrice dei lavori di scavo/intervento, della ditta che trasporta il materiale della ditta che riceve il materiale e/del luogo di destinazione, targa del mezzo utilizzato, sito di provenienza, data e ora del carico, quantità e tipologia del materiale trasportato.

7.4 Descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava

Gli scavi previsti nell'ambito delle lavorazioni sono localizzati principalmente in corrispondenza delle sedi stradali e parzialmente su strada sterrata o terreno naturale. La tipologia di posa su sede stradale è schematizzata nella figura sottostante.

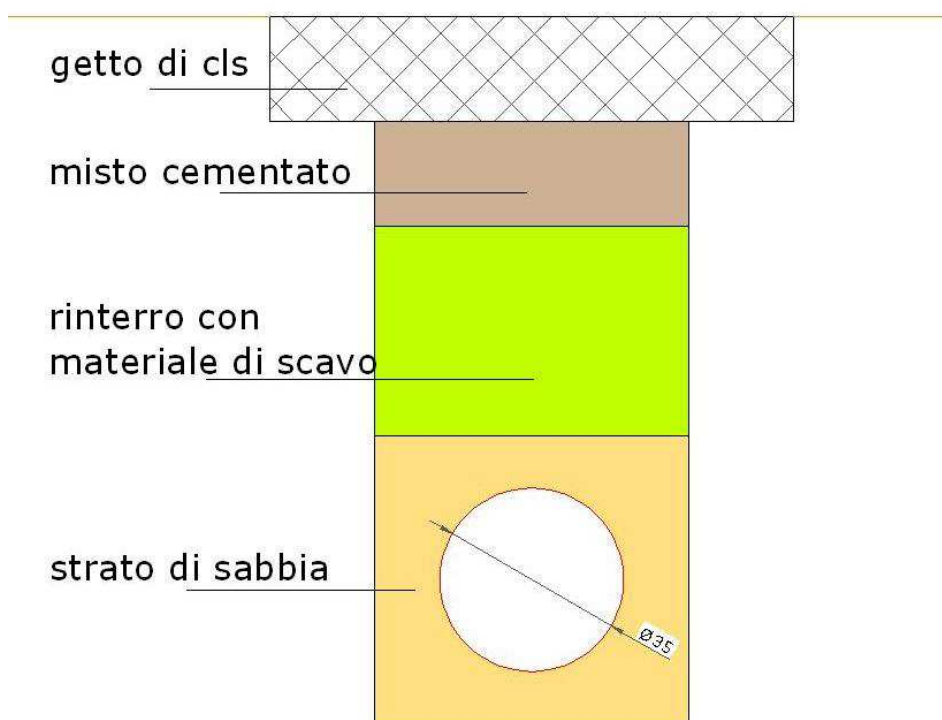


Figura 26 – Sezione rappresentante la tipologia di ripristino di uno scavo in corrispondenza della sede stradale.

Dal basso verso l'alto il rinterro dei cavi necessiterà di:

Sabbia

La sabbia verrà utilizzata per la realizzazione dello strato avvolgente le condotte. Dovrà essere approvvigionata da cava o reperita in cantiere qualora le terre provenienti dagli scavi presentassero le caratteristiche granulometriche e geomeccaniche tipiche delle sabbie.

Rinterro con materiale proveniente dagli scavi

Le terre scavate per la realizzazione delle condotte verranno temporaneamente depositate al lato stesso dello scavo in modo da poterle parzialmente riutilizzare nell'immediato per la realizzazione dello strato di rinterro da posare al di sopra dello strato di sabbia avvolgente le condotte.

La parte superficiale del ripristino verrà realizzata attraverso la posa di misto cementato e il getto di cls, al di sopra del quale poi verrà ripristinato il manto di usura della sede stradale.

Per quanto riguarda la posa condotte in corrispondenza di strade sterrate è previsto un ripristino che si differenzia nella parte superiore. Si prevede infatti la realizzazione di uno strato in tout venant dello spessore di 40 cm, come schematizzato nella figura sottostante.

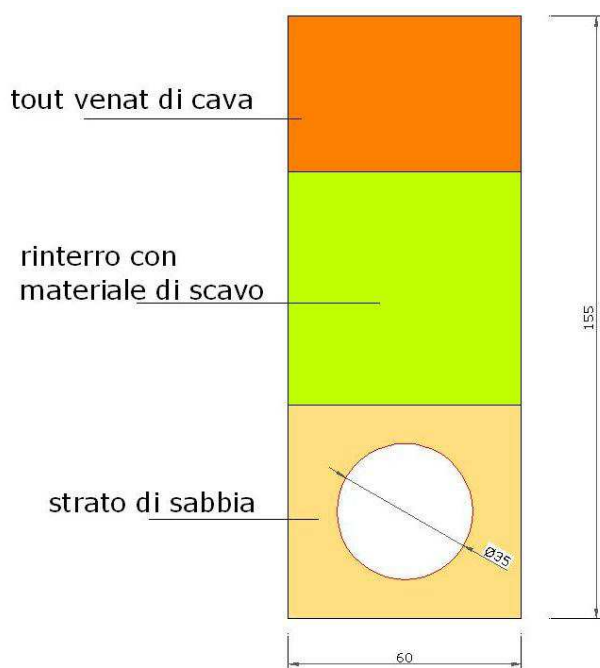


Figura 27 - Sezione rappresentante la tipologia di ripristino di uno scavo in corrispondenza di strade sterrate o terreno naturale.

La tabella seguente riassume i materiali occorrenti:

	MATERIALI OCCORRENTI		
	sabbia o pietrischetto	misto cementato	tout- venant
	mc	mc	mc
1	54.75	31.81	16.58
2	30.04	22.18	
3	6.27		27.74
4	3.75		13.07
5	85.06	50.18	
6	18.05	13.33	
7	82.67	38.44	
8	3.38		9.22
8.1	2.71		9.11
9	114.69	64.38	
10	27.37	13.52	10.07
11	2.21		7.39
12	2.41		8.02
13	102.20		343.78
14	32.28		108.75
15	9.10	4.49	
16	950.05	479.97	117.04
17	37.19	16.43	23.34
S4-C	10.82	7.53	
tot	1 575.01	742.25	694.12

Tabella 12 – Tabella riepilogativa dei materiali occorrenti per il rinterro dei cavi.

7.5 Descrizione degli esuberi di materiale proveniente dagli scavi

Come detto, i materiali da scavo verranno parzialmente riutilizzati all'interno delle aree di cantiere (opera stessa), nella esecuzione dei rinterri dei cavi nella realizzazione delle condotte.

La tabella sottostante riassume il bilancio relativo ai volumi di materiali provenienti dalle attività di movimento terre da reimpiegare all'interno dell'area di cantiere (**collettori**).

rieipilogo movimentazione da scavo	mc	
scavi a sezione obbligata	5 777	+
scavi di sbancamento	2 195	+
rinterro parziale dei cavi	- 2 585	=
Tot esuberi	5 387	

Tabella 13 – Bilancio delle terre escavate e reimpiegate all'interno del cantiere stesso.

Per quanto riguarda il **depuratore** gli esuberi di materiale proveniente dagli scavi è quantificato in:

1 425 mc

7.6 Ipotesi di approvvigionamento/conferimento proposte

Per quanto riguarda le esigenze di cantiere relative a:

- 1) approvvigionamento dei materiali necessari per le lavorazioni previste;
- 2) conferimento dei materiali in esubero dalle operazioni di movimento terre;
- 3) conferimento dei prodotti delle operazioni di demolizione.

sono stati individuati due siti in grado di soddisfare tutte le esigenze in questione.

• **Ipotesi 1**

Il trasporto dei materiali residui dai depositi temporanei ubicati nel sito di produzione all'area prevista per il conferimento **ECO Ricicla srl**, sita all'interno del comune di Magomadas in località San Pietro, avverrà a mezzo strada, percorrendo, dopo il breve tratto costituito dalla S.S. 292 Nord Occidentale sarda e dalla S.P. 35, la strada comunale Magomadas Turas sino alla S.S. 192 bis.

La Società ECO Ricicla srl, con sede legale nel Comune di Tresnuraghes e sede operativa nel Comune di Magomadas (località San Pietro), è iscritta nel registro provinciale, al n. 35 classe 4, delle imprese che effettuano il recupero di rifiuti non pericolosi per le operazioni R13 e R5.

Le tipologie di rifiuti che la società può gestire sono contraddistinte dai seguenti codici CER:

CER	Descrizione tipologia	Operazioni di recupero
170904	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903	R13 – R5
170107	miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106	R13 – R5
170101	cemento	R13 – R5
170102	mattoni	R13 – R5
170103	mattonelle e ceramiche	R13 – R5
101311	rifiuti della produzione di materiali compositi a base di cemento, diversi da quelli di cui alle voci 101309 e 101310	
170302	miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301	R13 – R5
170504	Terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce 170503	R13 – R5

Tabella 14 – Descrizione delle tipologie di rifiuti non pericolosi conferibili nel sito.

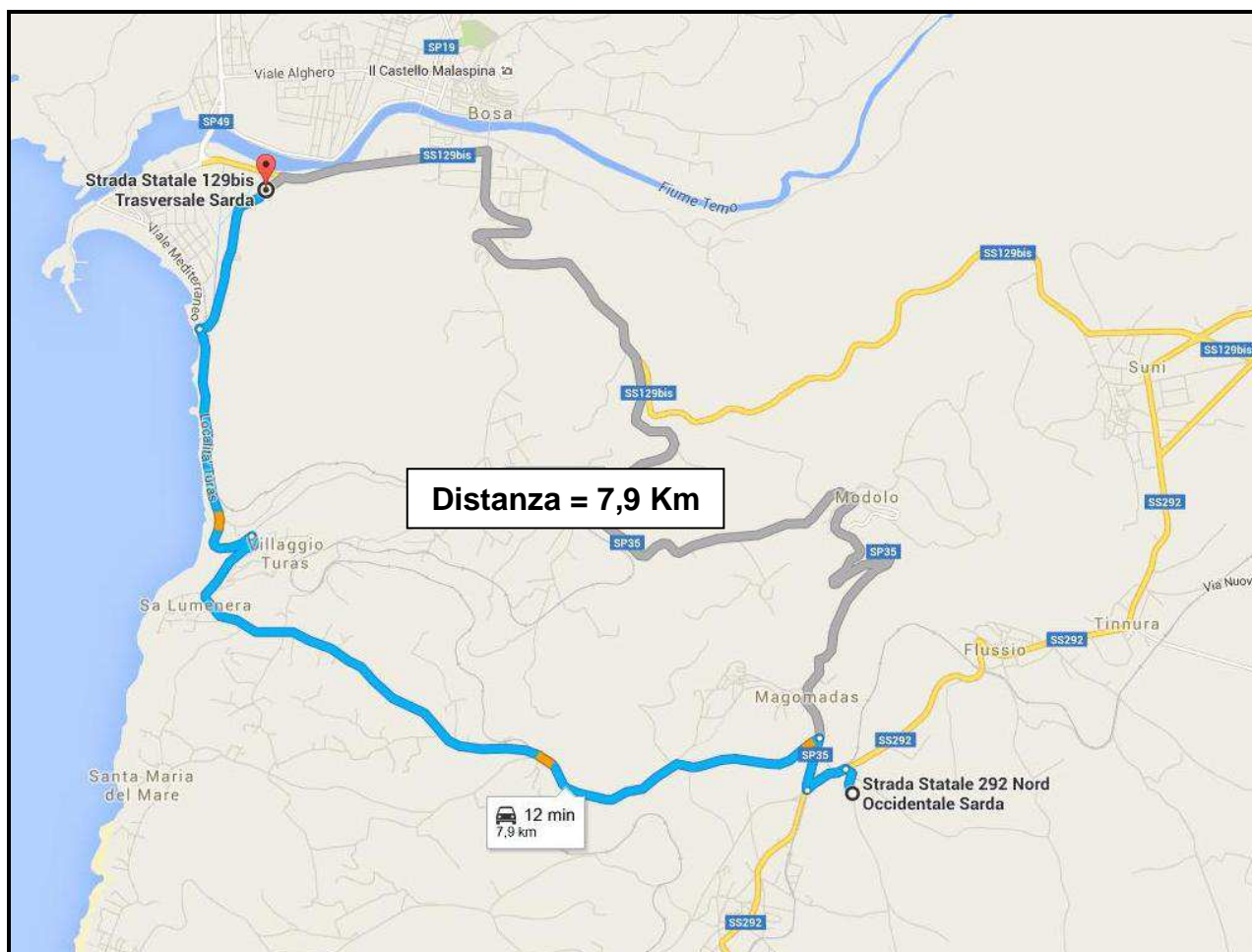


Figura 28 - Distanza da percorrere tra l'area di deposito di cantiere e il sito di conferimento/approvvisionamento ECO.RICICLA srl di Magomadas.

Si è calcolato che, per il trasporto dei materiali residui dalle operazioni di scavo (3.382 mc) e dei prodotti derivanti dalle opere di demolizione (5.187 mc), saranno necessari circa $429 \times 2 = 858$ viaggi (A/R compresa con autocarri da 20 mc), per una distanza di 7,9 Km.

Il rientro di parte dei mezzi necessari previsti avverrà con i mezzi carichi di materiali occorrenti per le lavorazioni di cantiere (sabbia, misto granulare, tout venant, etc.).

È prevista la tracciabilità GPS per ogni mezzo di trasporto dei materiali all'esterno dell'area di cantiere.

- **Ipotesi 2**

Il trasporto dei materiali residui dai depositi temporanei ubicati nel sito di produzione all'area prevista per il conferimento **Ditta LOI Mario**, sita all'interno del comune di Macomer in località Z.I. Tossilo, avverrà a mezzo strada, percorrendo la E25 per circa 20 km per poi imboccare la S.S. 129 bis sino al raggiungimento dell'area di cantiere.

L'Impresa Loi Mario, con sede legale nel Comune di Macomer in località Bonu Trau e sede operativa nel Comune di Macomer (località Z.I. Tossilo), risulta abilitata all'esercizio delle operazioni di messa in riserva e recupero (R13 e R5), dei rifiuti non pericolosi di cui al D.M. 5.2.98 e ss.mm.ii. a seguito dei procedimenti SUAP del Comune di Macomer n. 16544 del 22.07.2010 e n. 417 del 17.07.2012.



Figura 29 - Distanza da percorrere tra l'area di deposito di cantiere e il sito di conferimento/approvvisionamento Impresa Loi Mario di Macomer.

Si è calcolato che, per il trasporto dei materiali residui dalle operazioni di scavo (3.382 mc) e dei prodotti derivanti dalle opere di demolizione (5.187 mc), saranno necessari circa $429 \times 2 = 858$ viaggi (A/R compresa con autocarri da 20 mc), per una distanza di 41,6 Km.

Il rientro di parte dei mezzi necessari previsti avverrà con i mezzi carichi di materiali occorrenti per le lavorazioni di cantiere (sabbia, misto granulare, tout venant, etc.).

È prevista la tracciabilità GPS per ogni mezzo di trasporto dei materiali all'esterno dell'area di cantiere.

Di seguito si riporta il diagramma a blocchi relativo alle attività di movimentazione dei materiali all'intero e all'esterno del cantiere.

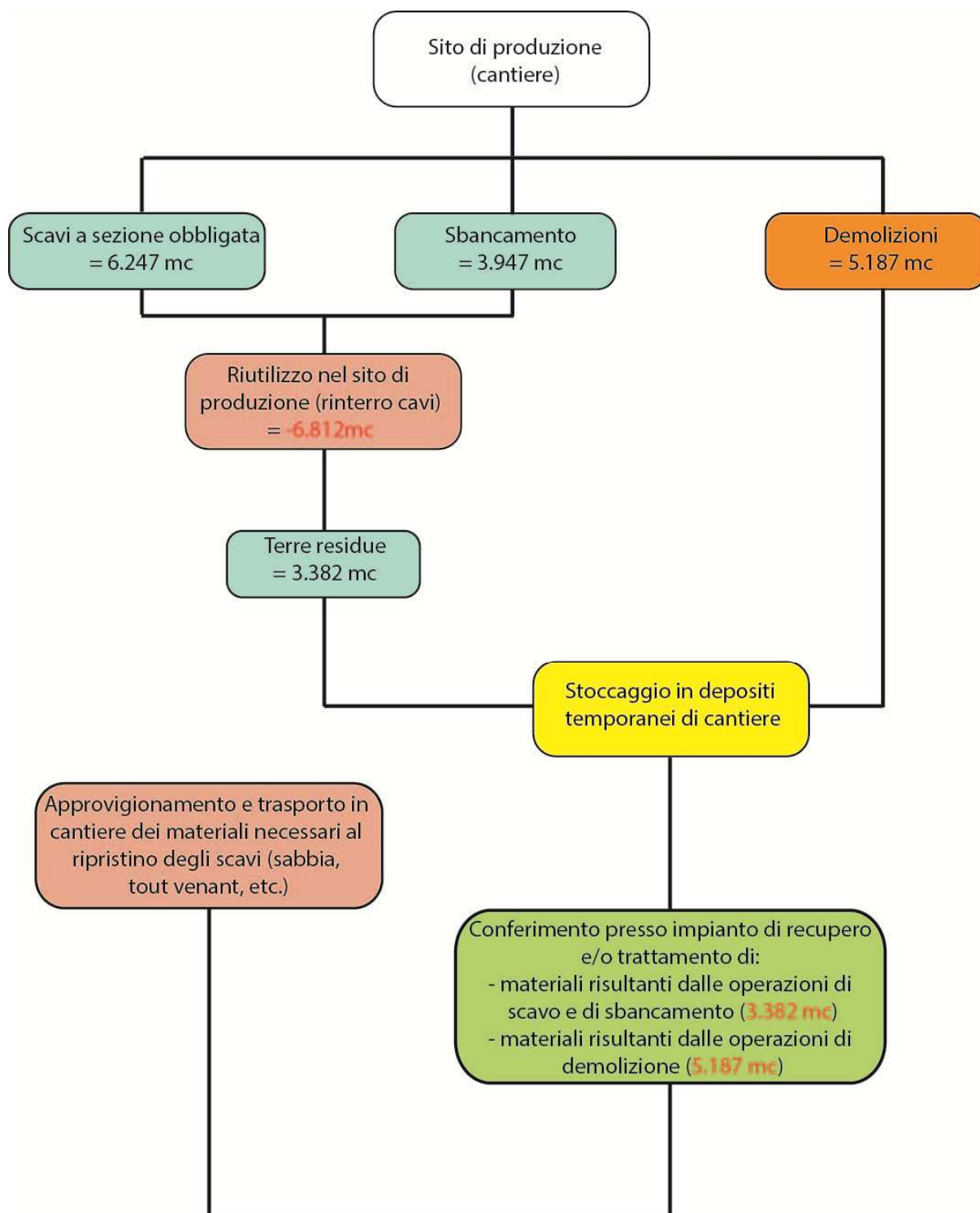


Figura 30 - Diagramma a blocchi delle attività di gestione delle materie in ingresso e in uscita dal cantiere.

ALLEGATI

- *Tabella movimento terre e gestione delle materie;*
- *Inquadramento CTR aree di cantiere in scala 1:25.000;*
- *Inquadramento su ortofoto aree di cantiere in scala 1:25.000*
- *Inquadramento CTR sito di cava e deposito n. 1 Magomadas in scala 1:10.000;*
- *Inquadramento CTR sito di cava e deposito n. 2 Macomer in scala 1:10.000;*

MOVIMENTI TERRE

CONDOTTE	tratto	Movimenti terre			mq	Demolizioni		Materiali occorrenti		
		scavo	rinterro con metriali di scavo	bilancio mov. terre		volume demolizioni	sabbia o pietrisc.	misto cementato	tout- venant	
	A (mc)	B (mc)	A-B (mc)	mc	mc	mc	mc	mc	mc	
	1	249,16	147,11	102,05	284,56	56,91	54,03	31,63	16,54	
	2	155,28	98,71	56,57	199,62	39,92	29,93	22,20		
	3	36,98	21,27	15,71			6,23		27,73	
	4	17,38	8,71	8,67			3,68		13,03	
	5	352,81	194,77	158,04	451,59	90,32	84,80	50,18		
	6	93,25	59,34	33,91	119,88	23,98	17,99	13,33		
7	268,10	116,11	151,99	318,91	63,78	74,24	38,27			
8	17,55	9,25	8,30			3,38		9,27		
8.1	8,36	1,90	6,46			2,68		9,12		
9	450,83	231,77	219,06	579,65	115,93	113,30	64,40			
10	107,89	54,96	52,93	121,45	24,29	26,74	13,49	10,07		
11	16,65	11,03	5,62			2,21		7,43		
12	7,35	1,68	5,67			2,36		8,02		
13	333,51	85,71	247,80			102,95		350,62		
14	163,41	86,35	77,06			31,91		108,74		
15	27,64	10,11	17,53	37,44	7,49	8,75	4,49			
16	3.293,81	1.378,60	1.915,21	4.129,60	825,92	944,62	480,19	117,17		
17	139,27	57,49	81,78	82,25	16,45	37,00	16,44	23,37		
S4-C	37,64	9,79	27,85	75,29	15,06	10,82	7,53			
tot		5.776,87	2.584,66	3.192,21		1.280,05		1.557,62	742,15	701,11

SOLLEVAMENTI E VASCHE	stazioni	sbancamento
		mc
	s1	525,00
	s7	525,00
	s11	525,00
	s13	619,50
tot		2.194,50

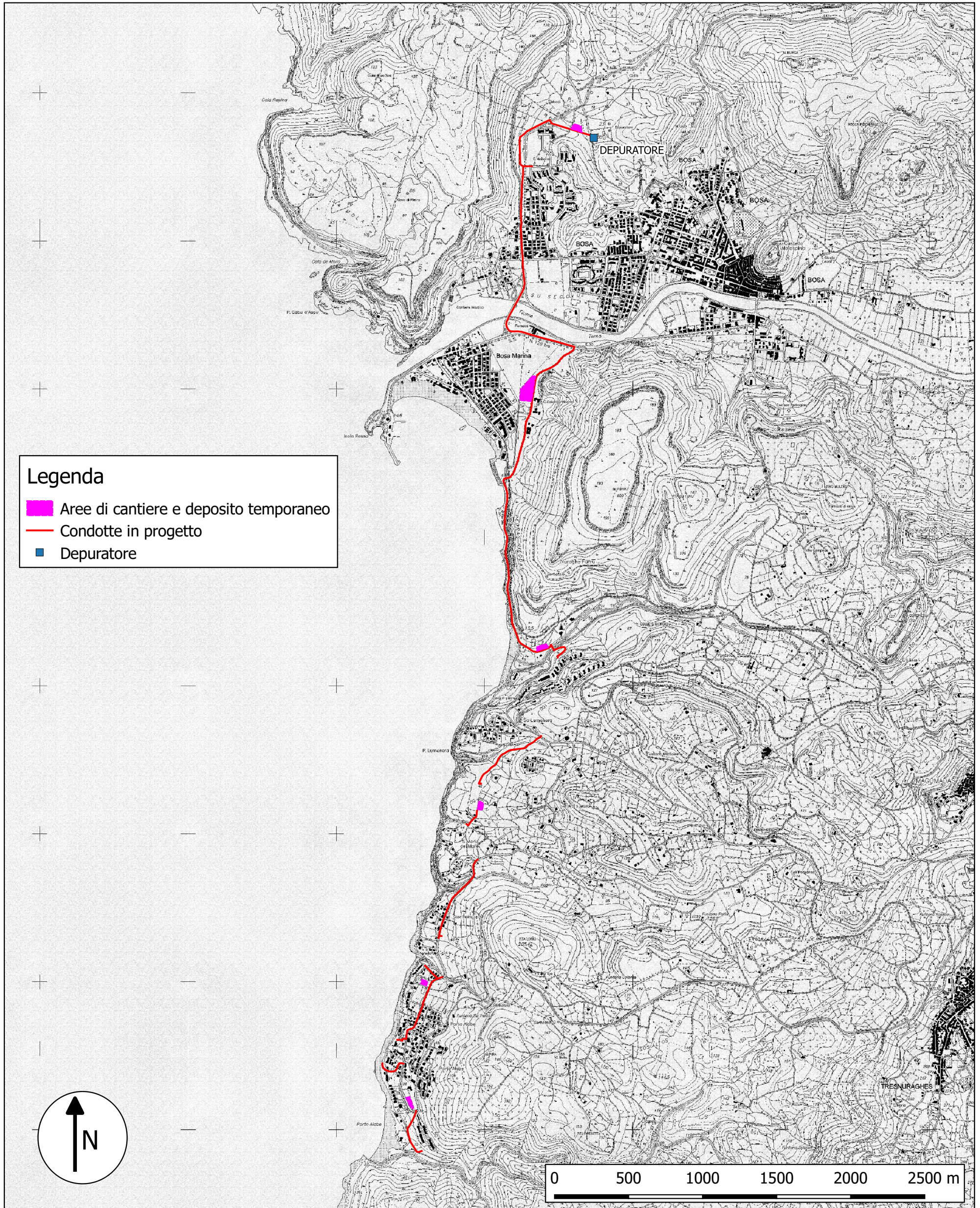
RIEPILOGO COLLETTORI+DEPURATORE

		RIUTILIZZO		RIUTILIZZO	
	Scavi a sezione obbligata e ristretta (mc)	Rinterri (mc)	Scavi a larga sezione (mc)	Rinterri (mc)	Conferimento impianto di recupero
Condotte	5.776,87	-2.584,66	2.194,50	-	5.386,71
Depuratore	470,00	-370,00	1.752,00	-427,00	1.425,00
	6.246,87	2.954,66	3.946,50	427,00	
	Totale conferimento	3.381,66	mc		
	Totale riutilizzo	6.811,71	mc		

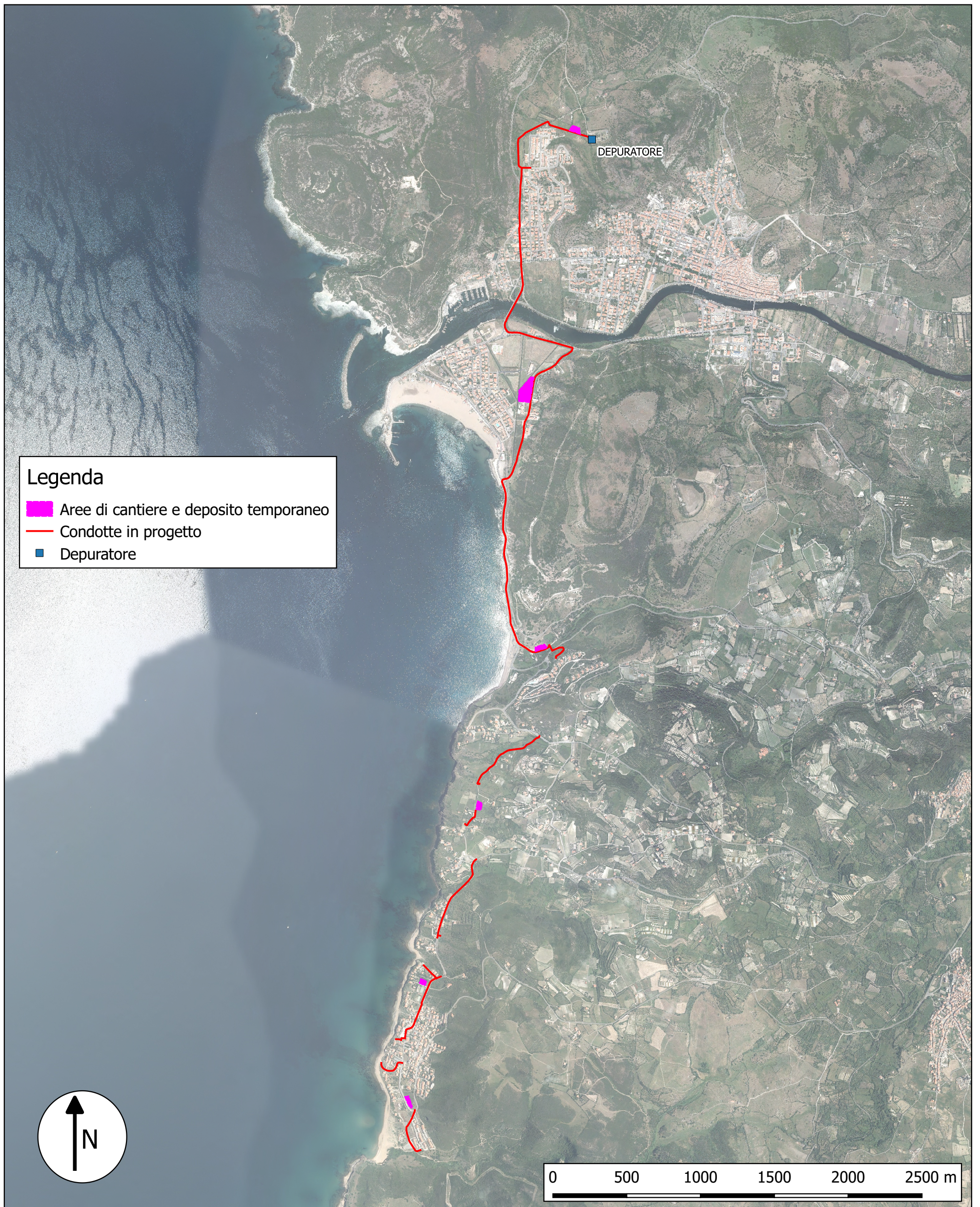
COMUNI DI BOSA, MAGOMADAS E TRESNURAGHES
INQUADRAMENTO AREE DI CANTIERE
SU STRALCIO UNIONE C.T.R.

Tavole 497-010, 497-020, 497-030, 497-050, 497-060,
497-070, 497-100, 497-110, 497-140 e 497-150

Scala 1:25.000



COMUNI DI BOSA, MAGOMADAS E TRESNURAGHES
INQUADRAMENTO AREE DI CANTIERE
SU ORTOFOTO
Scala 1:25.000



COMUNE DI MAGOMADAS

PROVINCIA DI ORISTANO

Località San Pietro
INQUADRAMENTO CTR
Sito di cava-deposito ECO.RICICLA srl
Tav. 497-110
Scala 1:10.000



COMUNE DI MACOMER

PROVINCIA DI NUORO

Z.I. Tossilo
INQUADRAMENTO CTR
Sito di cava-deposito Impresa LOI MARIO
Tav. 498-140
Scala 1:10.000

