



Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di  
Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. e concessionaria ai sensi del D.L. 138/2002 (convertito con L. 178/2002)

Struttura Territoriale Emilia Romagna  
Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna  
Pec: anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

Lavori di potenziamento della S.S.309Dir e  
miglioramento del collegamento con S.S.16 e S.S.309  
Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna – stralcio 4  
(Lotto 1)  
(Cod. SIL NEMSB000515)

## PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO – LOTTO N°1

IL PROGETTISTA:  
Ing. Paolo Franchetti *Ordine Ingegneri Vicenza n. A2013*

IL GEOLOGO:  
Geol. Matteo Scalzotto *Ordine Geologi Reg.Veneto n. 652*

IL COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
Ing. Paolo Franchetti *Ordine Ingegneri Vicenza n. A2013*

VISTO DA ANAS:  
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Annalisa Lamberti  
IL DIRETTORE ESECUZIONE DEL CONTRATTO  
Ing. Francesco Grimaldi  
UFFICIO PROGETTAZIONE ANAS ST ER  
Ing. Daniela Salucci

IMPRESA ESECUTRICE:

R.T.I.

CBR Società Cooperativa Braccianti Riminese  
(mandataria)



CSM Consorzio Stabile Modenese  
SIAS S.p.a.  
Frantoio Fondovalle S.r.l.

con sede legale Via Emilia n. 113 - RIMINI  
Codice fiscale, Partita IVA e numero di iscrizione nel Registro delle Imprese della  
Romagna -Forli- Cesena e Rimini: 00126420405

Ing. Marco Ceccarelli

## PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
N. PROG.	DEL	CODICE ELAB.			
9370	E	T01CA00CANRE01		B	
	(AGG.SETT.2022)				
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	EMISSIONE	27/03/2023	M. CECCARELLI	M. CECCARELLI	M. CECCARELLI
B	REVISIONE	03/05/2023	M. CECCARELLI	M. CECCARELLI	M. CECCARELLI

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1	Localizzazione dell'area di intervento e descrizione del tracciato.....	2
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
2.1	Terre e rocce da scavo .....	6
2.1.1	Normativa regionale per le attività estrattive.....	7
2.2	Gestione delle terre e rocce da scavo con sottoprodotto.....	7
2.3	Prescrizioni ambientali nella gestione delle terre e rocce da scavo.....	9
2.4	Individuazione territoriale delle opere .....	10
<b>3</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>12</b>
3.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE LUNGO TUTTA LA TRATTA TANGENZIALE .....	12
3.1.1	Premessa .....	12
3.1.2	Indagini CPTU .....	12
3.1.3	Sondaggi corti a carotaggio continuo .....	12
3.1.4	Sondaggi lunghi a carotaggio continuo (S1, S2) .....	13
3.1.5	Indagini penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH).....	14
3.1.6	Prospezioni sismiche passive a stazione singola (HVSR).....	14
<b>4</b>	<b>PRELIEVI ED ESITI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI .....</b>	<b>15</b>
4.1	Terreni Superficiali .....	15
4.2	Prelievi e analisi chimica di acque profonde.....	16
4.3	Risultati analisi effettuate sui prelievi di terreno superficiale.....	16
4.4	Conclusioni.....	18
<b>5</b>	<b>MATERIALI PRODOTTI DURANTE LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>21</b>
5.1	Materiali provenienti dall'esecuzione di scavi e sbancamenti .....	21
<b>6</b>	<b>GESTIONE DEL MATERIALE DERIVANTE DA SCAVO .....</b>	<b>23</b>
6.1	Caratteristiche progettuali: scavi.....	23
6.2	Bilancio Terre.....	25
6.3	Deposito temporaneo.....	28
6.4	Identificazione delle tipologie di rifiuto – codici cer .....	28
6.5	Analisi e campionamento .....	29
6.6	Imballaggi etichettatura - trasporto.....	30
6.7	Identificazione dei siti di sistemazione finale.....	31
6.8	Sintesi delle lavorazioni previste.....	31
<b>7</b>	<b>RESPONSABILE DEL PIANO UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>32</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento illustra la gestione delle terre e rocce da scavo relativamente al progetto esecutivo del 1° Lotto funzionale dei lavori di miglioramento lungo la SS16 nel tratto tangenziale dal km 148+790 al km 150+240" nel Comune di Ravenna, ad ovest del centro abitato.

Tale documento costituisce l'aggiornamento, a seguito degli approfondimenti condotti dall'Impresa esecutrice dei lavori, del "Piano di gestione delle terre e rocce da scavo" presentato al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica nell'ambito della verifica di ottemperanza conclusasi con Decreto Direttoriale MITE-VA-DEC-440 del 22/12/2022.

Nell'ambito di detti approfondimenti è stato possibile verificare la reale quantità dei volumi di terre e le modalità circa il loro utilizzo nel rispetto della normativa vigente.

In particolare, il documento contiene i seguenti aspetti:

- vengono acquisiti elementi di maggior dettaglio rispetto ai volumi di terre e rocce da scavo prodotte durante la realizzazione dell'opera;
- viene definita l'analisi territoriale volta all'individuazione dei potenziali siti estrattivi (cave) e degli impianti di recupero inerti e/o discariche utilizzabili per il conferimento delle terre e rocce da scavo in esubero e delle demolizioni, che non troveranno reimpiego nell'ambito dello stesso progetto;
- vengono acquisiti ed interpretati i responsi analitici relativi ai campioni prelevati durante la campagna di indagine ambientale/geognostica condotta in sede di progetto definitivo.

### 1.1 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il progetto prevede per la SS16 nel tratto tangenziale a Ravenna la realizzazione di una piattaforma di categoria B "extraurbana principale" (ai sensi del D.M. 2001) con 2 corsie per senso di marcia da 3,75 m e banchine laterali da 1,75 m, per uno sviluppo complessivo di 5,8 km configurandosi in generale quale itinerario importantissimo diretto nord sud lungo il corridoio infrastrutturale adriatico ed alternativo alla A14, anche in considerazione a livello locale della sua interconnessione con la SS.67 la quale collega appunto la SS16 con il Porto di Ravenna, comporterà riflessi positivi sulla sicurezza della circolazione e sul livello di servizio della Statale, oltre che sugli impatti sulla salute e sull'ambiente in virtù della maggiore fluidificazione del traffico. L'intervento in oggetto riguarda il primo Lotto funzionale dal km 148+790 al km 150+240 per uno sviluppo di 1.450 metri.



**Figura 1.1 – Inquadramento area di interesse**

Nel dettaglio il Progetto prevede la realizzazione dell'adeguamento della sezione della S.S. 16 lungo il tratto tangenziale alla città di Ravenna" e degli interventi di implementazione degli attuali collegamenti sia con la rete stradale esistente di penetrazione della città (svincolo via Savini) che di lunga percorrenza come lo svincolo con la SS3bis (corridoio E45/55 lungo il tratto emiliano-romagnolo).

Le opere di progetto per il Lotto 1 hanno inizio al km 148+790 subito a valle dell'attraversamento del Canale Cupro, si sviluppa a sud ovest dell'abitato di Ravenna, ed hanno fine in poco dopo lo svincolo di Via Savini al km 150+240.

Il progetto interessa una rete di percorsi viari che gravitano lungo la SS16. È poi presente una interferenza idraulica in corrispondenza dello Scolo Drittolo per la quale è stato necessario il riposizionamento leggermente più in avanti con una lunghezza adeguata alla nuova larghezza della sede stradale con relativa demolizione dell'opera esistente.

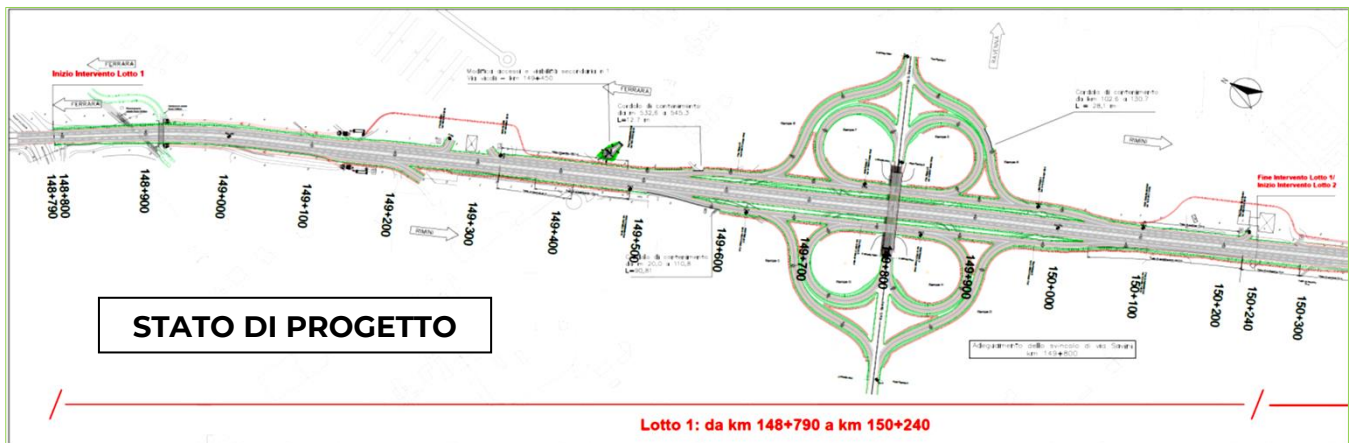
## **INTERVENTO LOTTO 1**

### **Ampliamento della piattaforma della S.S. 16 dal km 148+790 al km 154+600 + Adeguamento Svincolo Savini + Spostamento attraversamento Scolo Drittolo (Nuova opera)**

**Il Lotto 1** è interessato principalmente dai seguenti lavori di miglioramento e messa in sicurezza:

- Ampliamento delle 2 carreggiate con riferimento alla Sezione Tipo B delle Norme del Novembre 2001 con la sola deroga della riduzione marginale lungo lo spartitraffico (2,10 metri) comunque equipaggiato con idonea barriera di sicurezza dell'ultima generazione che presenta uno spostamento minore di 80 cm;
- Adeguamento dello svincolo a quadrifoglio di Via Savini al km 149+600 con l'inserimento di due complanari e l'adeguamento a norma dei raggi delle rampe di svolta;
- L'ampliamento è di tipo asimmetrico con allargamento lungo la carreggiata Nord fra il km 148+790 e lo svincolo di Via Savini; è simmetrico nel tratto dello svincolo fra le complanari allo scopo di salvaguardare l'opera di scavalco di Via Savini ed è infine asimmetrico lato carreggiata Sud in uscita dallo svincolo; tale tipologia di ampliamento prosegue lungo il successivo Lotto 2;
- Il tratto iniziale prevede un tratto di transizione con allargamento variabile della sede per passare dalla sagoma attuale alla sezione tipo proposta di cui sopra;
- Nell'ambito delle opere di adeguamento è stato necessario riallineare l'asse di tracciamento principale e rielaborare anche l'andamento altimetrico generale in modo tale da poter gestire anche la sistemazione a norma delle pendenze trasversali e la riqualifica delle pavimentazioni con riferimento alle specifiche indagini prodotte lungo tutto il tratto di SS16 tangenziale alla città di Ravenna.
- Laddove necessario è stata inoltre adeguata la lunghezza e/o larghezza delle opere presenti che sono nello stralcio in oggetto di tipo minore.
- Con riferimento a specifiche richieste del Consorzio di Bonifica della Romagna durante la fase approvativa e reiterata in CdS, è stato poi progettato quanto segue:
  - Lungo tutti i Lotti un sistema di raccolta delle acque di piattaforma tramite un sistema chiuso che convoglia le acque a vasche di raccolta di prima pioggia dotate di tutti gli impianti funzionali a depurazione e disoleazione delle acque stesse;

- Deviazione del corso ed inserimento di una nuova opera di attraversamento in corrispondenza dello Scolo Drittolo nel Lotto 1
- È risultato necessario inoltre rimuovere tutti i dispositivi attualmente relativi alla sicurezza di percorrenza per sostituirli con Barriere di Sicurezza a norma e laddove previsto dalla normativa anche con il tipo dotato di dispositivo salva motociclisti;
- Sono stati rimossi tutti i pali di illuminazione presenti lungo il tracciato, mentre è stato completamente rivisto l'impianto di illuminazione nell'area dello svincolo di via Savini.



## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per quanto concerne la normativa di riferimento in merito alla gestione delle terre e rocce da scavo, si riporta di seguito breve elenco della principale normativa in materia:

D.Lgs. 5 febbraio 1997 n. 22 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio" (il .c.d decreto Ronchi del '97);

D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 "Norme in materia ambientale";

D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante "Norme in materia ambientale";

Legge n. 2 del 28 gennaio 2009 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n.185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale" che introduce una modifica al D.lgs. n.152 del 3 aprile 2006 con riferimento agli artt. 185 "Limiti al campo di applicazione" e 186 "Terre e rocce da scavo";

D.Lgs. 3 dicembre 2010, n. 205 "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.

D.M. 10 agosto 2012 n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo;

Legge 9 agosto 2013, n. 98 "Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia";

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".

DECRETO LEGISLATIVO 3 settembre 2020, n. 121 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. (20G00138)"

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."

### 2.1.1 Normativa regionale per le attività estrattive

Di seguito le principali norme regionali che disciplinano l'attività estrattiva e mineraria della regione Emilia-Romagna:

- L.R. 17/1991 – Disciplina della attività estrattive.
- D.G.R. 70/1992 – Definizione degli oneri della Convenzione tipo.
- L.R. 20/2000 – Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio.
- D.G.R. 883/2007 – Atto di indirizzo funzioni di polizia mineraria.
- D.G.R. 2073/2013 – Aggiornamento degli oneri.
- L.R. 13/2015 – Riforma del sistema di governo regionale e locale e disposizioni su città metropolitana di Bologna, Province, comuni e loro unioni.

## **2.2 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO CON SOTTOPRODOTTO**

Il D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120, vigente dal 22 agosto 2017, definisce l'utilizzo delle terre e rocce da scavo in esclusione dal regime di rifiuto dettando i criteri qualitativi da soddisfare perché queste possano essere considerate "sottoprodotti". La norma stabilisce, inoltre, le procedure e le modalità affinché la gestione e l'utilizzo dei materiali da scavo avvenga senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente. Questo D.P.R. è stato emanato con lo scopo di semplificare la disciplina della gestione delle terre e rocce da scavo e recepisce ampiamente i contenuti del D.M. 10 agosto 2012 n. 161. Viene ribadito il fondamentale principio che il materiale prodotto da operazioni di scavo è un sottoprodotto e non un rifiuto se sono rispettate le seguenti condizioni:

- il materiale da scavo deve essere generato durante la realizzazione dell'opera;
- il materiale da scavo deve essere riusato nell'esecuzione della stessa o di un'altra opera o in processi produttivi in sostituzione di materiali di cava;
- il materiale da scavo deve essere idoneo ad essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- il materiale da scavo deve soddisfare i requisiti di qualità ambientale.
- Ai fini della gestione delle terre e rocce da scavo, il nuovo schema di D.P.R. individua procedure differenti in funzione dei volumi di scavo e della tipologia di cantiere di origine:
- cantieri di piccole dimensioni (sotto i 6.000 m<sup>3</sup>);
- cantieri di grandi dimensioni (sopra i 6.000 m<sup>3</sup>) non sottoposti a VIA/AIA;



- cantieri di grandi dimensioni (sopra i 6.000 m<sup>3</sup>) sottoposti a VIA/AIA.

Sia nel primo, che nel secondo caso, la sussistenza delle condizioni previste per la gestione comesottoprodotto è attestata dal produttore tramite la predisposizione della Dichiarazione di Utilizzo, resa ai sensi del D.P.R. 445/2000 e la sua trasmissione, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente.

Nella Dichiarazione il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotti, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo.

A conclusione dei lavori il produttore/proponente deve confermare il completo utilizzo del materiale inviando specifica dichiarazione, sempre all'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) ed ai comuni competenti. Nel caso di cantieri di grandi dimensioni relativi ad opere sottoposte a Valutazione di Impatto Ambientale o ad Autorizzazione Integrata Ambientale, il proponente è tenuto alla redazione di un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce e alla sua trasmissione, almeno 90 giorni prima dell'inizio dei lavori, all'Autorità Competente e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente.

Infine, qualora il bilancio materie preveda che tutto il materiale scavato riutilizzabile sia impiegato nell'ambito dello stesso sito di produzione, ed anche le eventuali aree di deposito temporaneo siano collocate all'interno dei confini del sito, si rientra tra le modalità operative previste dall'art. 24 terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti ("il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di una attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato") e quindi al di fuori dal campo di applicazione della normativa sui rifiuti (art. 185 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Rispetto alla realizzazione dell'opera il progetto è stato sottoposto a verifica di assoggettabilità a VIA ai sensi dell'art. 19 del D.lgs. 152/06 dalla quale si è ricevuto parere di esclusione della procedura di VIA a condizione che si ottemperi alle prescrizioni di cui ai pareri emessi.

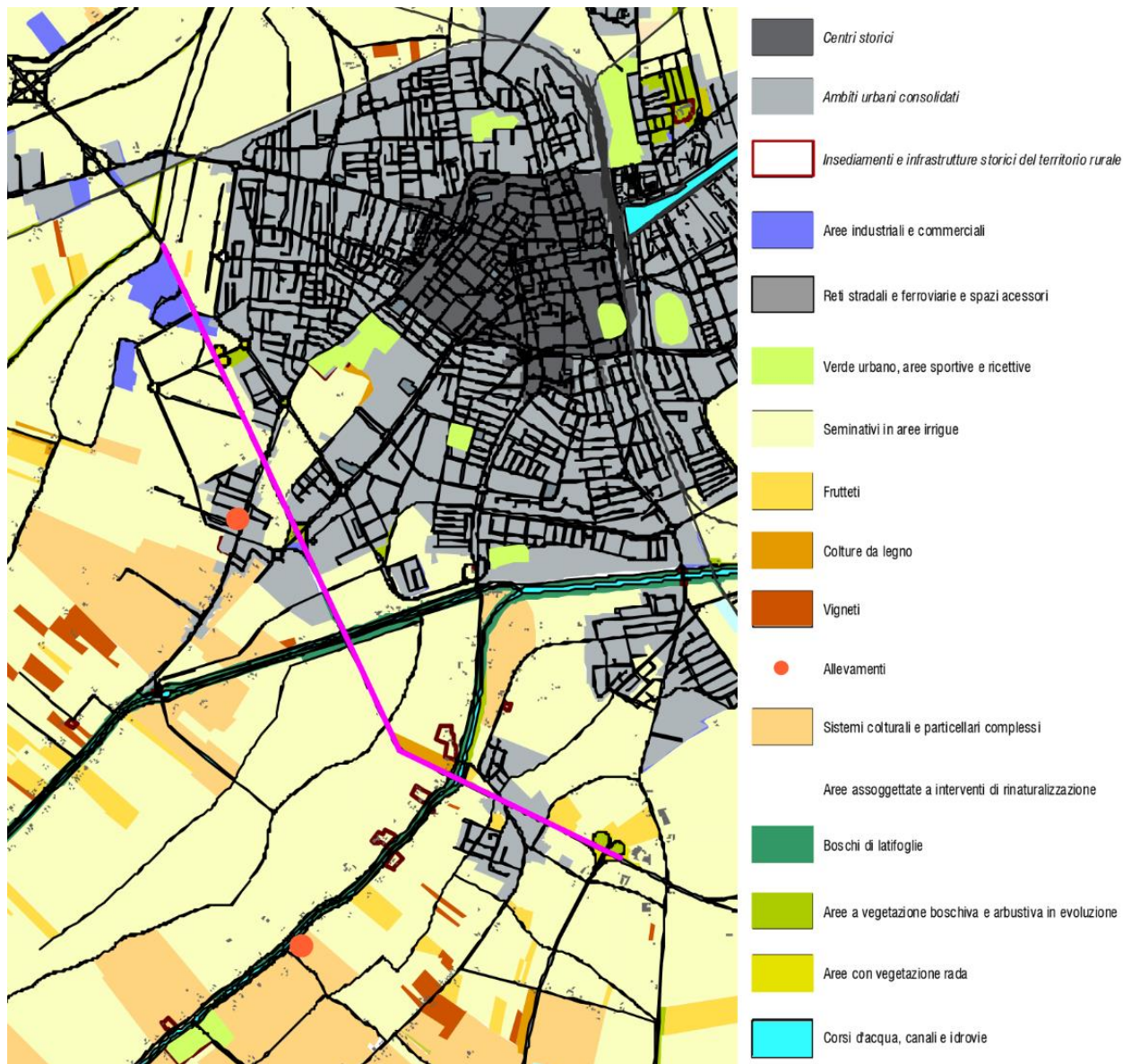
### 2.3 PRESCRIZIONI AMBIENTALI NELLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Con Decreto n. 222 del 05/07/2021, sulla base delle motivazioni espresse nel parere n. 251 del 17/05/2021 della Sottocommissione VIA della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, si è conclusa la verifica di assoggettabilità a VIA presso il Ministero della Transizione Ecologica, con l'esclusione del progetto dalla procedura di VIA, subordinatamente al rispetto di condizioni ambientali da ottemperare in sede di progettazione esecutiva, tra cui la n. 4 relativa alla Gestione Terre.

<b>Condizione ambientale n. 4</b>	
Macrofase	ANTE OPERAM
Fase	Progettazione esecutiva – Preliminare all'avvio dei cantieri
Ambito di applicazione	Gestione Terre
Oggetto della prescrizione	In sede di progettazione esecutiva dovranno essere dettagliati i siti di destinazione dei rifiuti e gli eventuali riutilizzi delle terre scavate nonché predisposto il relativo PUT nelle modalità e termini di cui al D.P.R. 120/2017.  Prima dell'inizio dei lavori, si dovrà provvedere a comunicare all'Autorità competente la nomina del responsabile del Piano di Utilizzo Terre e Rocce da scavo insieme alla comunicazione di inizio attività ed alla versione finale del PUT medesimo.
Termine avvio Verifica Ottemperanza	Prima dell'approvazione del progetto esecutivo.
Ente vigilante	MITE - CTVA
Enti coinvolti	ARPA ER

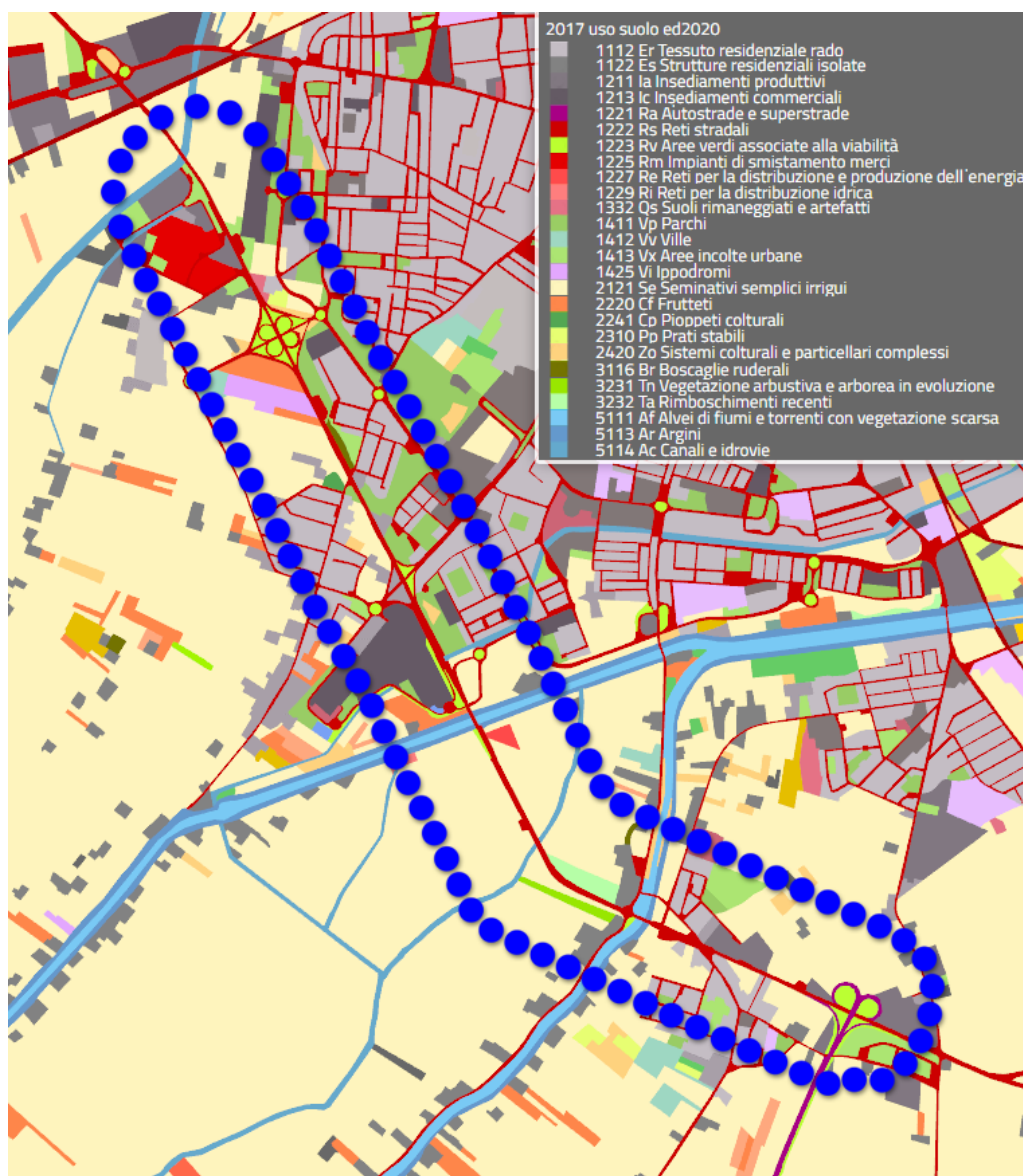
Con la presente relazione verranno illustrati gli aspetti relativi alla gestione delle terre e rocce da scavo in relazione alle attività di indagini di caratterizzazione ambientale condotte.

## 2.4 INDIVIDUAZIONE TERRITORIALE DELLE OPERE



**Fig. 4.2 – Estratto Tavola C.0.2 del PSC**

La carta relativa all'Uso del Suolo consultabile dal Sistema Gis Web Mappe della Regione Emilia-Romagna ha confermato che il tracciato attraversa zone che si alternano tra la periferia urbana e lo scenario agricolo (Fig. 4.3), tuttavia segnala l'ampliamento di numerosi insediamenti produttivi, oltre che di strutture residenziali isolate e dello stesso tessuto residenziale rado della città di Ravenna. Inoltre, diverse aree che separano il tracciato dalla zona urbana sono state convertite in aree verdi.



**Fig. 4.3 – Stralcio Carta Uso Suolo 2017 ed2020 (Fonte: Gis Mappe Regione Emilia-Romagna)**

È possibile osservare come il tracciato in progetto e quindi anche il Lotto 1, interessi una strada storicamente già presente, che attraversa la zona suburbana della città di Ravenna, caratterizzata dalla presenza di insediamenti produttivi e commerciali, a confine con il paesaggio agricolo delle aree seminative irrigue.

Si ritiene ragionevole escludere la possibilità che la qualità dei terreni possa essere stata interessata da fenomeni di potenziale inquinamento di natura industriale.

Inoltre, dalla consultazione del sito ARPA Emilia-Romagna non si evince la presenza di aree sottoposte a procedimento di bonifica nei pressi del tracciato in progetto.

### 3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### **3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE LUNGO TUTTA LA TRATTA TANGENZIALE**

##### 3.1.1 Premessa

Nell'ambito del progetto di miglioramento della rete viaria in oggetto, ai fini della caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dagli interventi, sono state eseguite le seguenti indagini sperimentali:

- n° 9 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU1, ..., CPTU9);
- n° 5 sondaggi corti a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra 3 e 6 m (Pz1, ..., Pz5) finalizzati al prelievo delle acque sotterranee;
- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti a 30 m di profondità (S1, S2);
- n° 5 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH1, ..., DPSH5);
- n° 7 prospezioni sismiche passive a stazione singola elaborate con tecnica HVSR (H1, ..., H2).

##### 3.1.2 Indagini CPTU

Dal punto di vista strettamente stratigrafico le prove hanno evidenziato la presenza di terreni prevalentemente coesivi (argille e limi debolmente sabbiosi) fin dalla superficie e di spessore compreso tra 7 metri (CPTU1) e 14,5 m (CPTU5); al disotto si rinvengono orizzonti sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi fino almeno 27-30 m di profondità. Dal punto di vista geotecnico si osserva che la resistenza alla punta ( $Q_c$ ) entro i terreni coesivi superficiali è compresa tra 0 e 3 MPa fatta eccezione per le prove in cui erano presenti litologie maggiormente grossolane nel primo metro dal p.c. La resistenza laterale ( $F_s$ ) risulta invece maggiormente variabile ed è compresa tra 20 e 150 kPa circa.

##### 3.1.3 Sondaggi corti a carotaggio continuo

Osservando le schede stratigrafiche dei sondaggi corti si conferma la presenza di litologie coesive con intercalazioni sabbiose talora ghiaiose fino alla massima profondità indagata ovvero 6 metri (Pz3, Pz4 e Pz5).

Alcuni dei sondaggi sono stati attrezzati con tubo piezometrico per la verifica della presenza di circolazione idrica e per il successivo campionamento delle acque sotterranee. È stata rilevata la presenza di circolazione idrica solamente entro i punti indagine Pz3 e Pz5 nei quali la quota piezometrica si attesta rispettivamente a 1,90 e 2,20 m (rilievi del 7-mag-2020).

Per quanto concerne i parametri geotecnici delle litologie coesive, sono state eseguite misure ripetute e puntuali tramite scissometro, dalle quali emerge che i valori di  $C_u$  (coesione non drenata) sono compresi tra 0,20 e 0,90 kg/cm<sup>2</sup>.

I valori di resistenza alla compressione misurati tramite penetrometro tascabile sono mediamente compresi tra 1 e 2 kg/cm<sup>2</sup> (terreni consistenti).

### 3.1.4 Sondaggi lunghi a carotaggio continuo (S1, S2)

I sondaggi geognostici S1 e S2 sono stati eseguiti rispettivamente in corrispondenza dell'intersezione tra la S.S. 16 e il Fiume Montone (km 151+900) ed il Fiume Ronco (km 153+400) e distano tra loro circa 1,3 km.

Le stratigrafie risultano essere abbastanza correlabili con la presenza di depositi coesivi superficiali di spessore compreso tra 12 m (S1) e 16 m (S2) che lasciano posto a litologie grossolane costituite da sabbie medio-fini ghiaiose. La soggiacenza di falda si attesta tra 3,10 e 4,70 m di profondità.

Per quanto concerne i parametri geotecnici delle litologie coesive le misure tramite scissometro indicano valori di Cu compresi tra 0,20 e 1,00 kg/cm<sup>2</sup> mentre i valori di resistenza alla compressione sono mediamente compresi tra 1 e 2 kg/cm<sup>2</sup> e quindi in linea con i valori registrati nei sondaggi corti.

Durante la fase di perforazione dei 2 sondaggi sono stati prelevati n° 8 campioni di terreno (4 per sondaggio) destinati alle analisi di laboratorio geotecnico; su tutti i campioni sono state eseguite le seguenti prove:

- Limiti di Atterberg
- Prova di taglio diretto
- Prova edometrica

I risultati sono riepilogati nella tabella a seguire.

Dal punto di vista della classificazione USCS, tutti i campioni prelevati rientrano nelle categorie MH o ML che corrispondono rispettivamente a limi di elevata e bassa plasticità a seconda del contenuto d'acqua. L'indice di plasticità (I.P.), limitatamente ai campioni per i quali è stato possibile calcolarlo, indica depositi mediamente plastici. Le prove di taglio diretto mostrano chiaramente la distinzione tra terreni coesivi superficiali (campioni con suffisso XX-1 e XX- 2) e depositi più profondi (oltre 12 m) caratterizzati da una maggior componente granulare; i valori dell'angolo di attrito ( $\phi$ ) ottenuti sono compresi tra 14° e 18° per i depositi coesivi mentre si attestano tra 27° e 33° nelle porzioni granulari profonde.

La coesione (c) risulta generalmente maggiore nei terreni coesivi con valori compresi tra 4,7 e 12,8 kPa (0,04 - 0,13 kg/cm<sup>2</sup>) mentre risulta leggermente inferiore nei depositi più profondi (0,006 - 0,05 kg/cm<sup>2</sup>) anche se localmente sono presenti intercalazioni coesive che fanno aumentare i valori di coesione anche in profondità.

Analizzando i parametri inerenti la compressibilità dei depositi, le prove edometriche evidenziano la presenza di litologie a medio-bassa compressibilità ovvero nell'ordine di 10<sup>-3</sup> – 10<sup>-5</sup> cm<sup>2</sup>/s. I coefficienti di permeabilità idraulica (K) ottenuti indicano litologie a scarsissima conducibilità compresi tra 10<sup>-9</sup> e 10<sup>-11</sup> m/s.

		S1-1	S1-2	S1-3	S1-4	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4
ATT.	L.L.	78	82	N.P.	N.P.	81	48	N.P.	N.P.
	I.P.	38	41	N.P.	N.P.	42	13	N.P.	N.P.
	CLASS.	MH	MH	ML	ML	MH	ML	ML	ML
TD	Φ (°)	14,25	17,95	30,28	31,34	18,21	15,11	33,06	27,47
	c (kPa)	12,83	6,34	3,05	4,68	4,76	9,17	0,655	5,78
Ed	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	2,09*10 <sup>-4</sup>	5,45*10 <sup>-5</sup>	9,28*10 <sup>-4</sup>	2,57*10 <sup>-3</sup>	5,47*10 <sup>-5</sup>	2,14*10 <sup>-3</sup>	1,32*10 <sup>-2</sup>	2,89*10 <sup>-2</sup>
	Mv (m <sup>2</sup> /kN)	5*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-3</sup>	4,4*10 <sup>-5</sup>	4,5*10 <sup>-5</sup>	9*10 <sup>-4</sup>	6,2*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-5</sup>	4,5*10 <sup>-5</sup>
	K (m/sec)	1,02*10 <sup>-10</sup>	5,35*10 <sup>-11</sup>	3,98*10 <sup>-11</sup>	1,13*10 <sup>-10</sup>	4,88*10 <sup>-11</sup>	1,31*10 <sup>-9</sup>	2,60*10 <sup>-10</sup>	1,29*10 <sup>-9</sup>

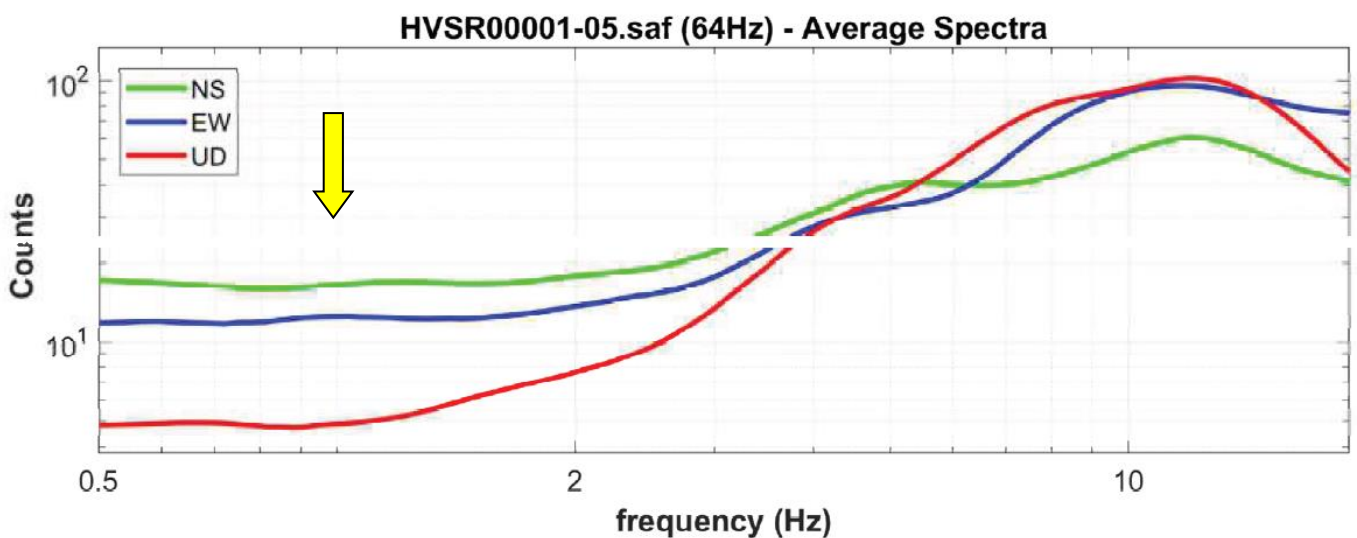
**Riepilogo dei risultati delle prove geotecniche di laboratorio**

3.1.5 Indagini penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)

I risultati derivanti dalle indagini DPSH mostrano la presenza di terreni prevalentemente coesivi in superficie di spessore compreso tra 4 e 7 metri. Al disotto di tali quote le resistenze aumentano progressivamente con un n° colpi che si attesta in media tra 20 e 30 fino ai 15-17 metri di profondità.

3.1.6 Prospezioni sismiche passive a stazione singola (HVSr)

I risultati inerenti la elaborazione delle registrazioni di rumore sismico con tecnica HVSr hanno evidenziato la mancanza di picchi di interesse ingegneristico per gli interventi in progetto. Si osserva che nelle acquisizioni H3, H5, H6 e H7 è evidente un abbassamento della componente verticale degli spettri il quale è presumibilmente di origine litologica e riconducibile ad un contrasto di impedenza sismica molto profondo (oltre 100 metri).



**Grafico delle componenti spettrali (Registrazione H5)**

## 4 PRELIEVI ED ESITI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI

All'interno della campagna di indagini mirate alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017, Allegato 4, in merito alla realizzazione delle opere lineari, sono state le condotte indagini relativamente a:

- TERRENI SUPERFICIALI ad una inter-distanza di circa 500 metri a profondità variabili fra - 1,00 e 1,5 metri dal piano di campagna;
- ACQUE PROFONDE opportunamente prelevate in corrispondenza dei Piezometri PZ3 e PZ5 di cui ai sondaggi eseguiti per le indagini geognostiche, ed poi analizzate chimicamente

### 4.1. Terreni Superficiali

Ai sensi del D.P.R. 120/2017, per la caratterizzazione sono stati effettuati dei prelievi di terreno e analisi di vari elementi chimici (arsenico, cadmio, cobalto, cromo totale, cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco, composti organici aromatici, IPA, idrocarburi C>12, amianto) in diversi punti lungo il tracciato oggetto dell'intervento. Le operazioni di prelievo sono state eseguite in modo da non compromettere la composizione chimica "naturale" del terreno con agenti esterni. I campioni, prelevati fino ad una profondità di 1,00 m dal piano campagna, ad eccezione di quelli relativi al sottopasso pedonale che sono stati prelevati ad una profondità di 1,50 m, sono stati eseguiti alle seguenti chilometriche:

- km 149+000
- km 149+500
- km 149+800 (svincolo a quadrifoglio)
- km 150+000

Come si evince dal precedente elenco, le prove sono state effettuate ogni 500 m in modo da avere i risultati il più possibili accurati e di tutta l'area oggetto dell'intervento.

Per lo svincolo a quadrifoglio sono state effettuate 6 indagini in posizioni diverse e per lo svincolo a trombetta, invece, 7 indagini, sempre in posizioni diverse; nell'attraversamento pedonale, invece, le prove effettuate sono solamente 2.

Le prove sui vari campioni avevano la finalità della determinazione dei seguenti aspetti:

- determinazione dello scheletro: attraverso il metodo di analisi II.1 indicato nel D.M. n. 185 del 13.09.1990 individuare la frazione granulometrica  $\geq 2$  mm in g/kg;
- determinazione dei parametri chimico-fisici: definire l'umidità sul campione tal quale con la prova UNI EN 14346:2077 e l'umidità su terra fine attraverso il metodo II.2 indicato nel D.M. n. 185 del 13.09.1990;
- determinazione dell'amianto attraverso il metodo A di analisi all'allegato 1 del D., 06.09.1994 GU n. 288 del 10/12/1994 e la tecnica analitica MOCF;



- determinazione dei metalli: attraverso il metodo di mineralizzazione ed analisi UNI EN ISO 17294-2:2016 per alcuni metalli (arsenico, cadmio, cobalto, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco) e i metodi EPA 3060A 1996 e EPA 7194A 1992 per il cromo, determinare la presenza dei metalli in mg/kg, ss;
- determinazione dei solventi organici aromatici e loro sommatoria: stabilire la presenza di ben-zene, etilbenzene, stirene, toluene e xilene grazie ai metodi di estrazione ed analisi EPA 2053A 2002 e EPA 8260C 2006;
- determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici e loro sommatoria (benzo[a]antracene, benzo[a]pirene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[g,h,i]perilene, crisene, di-benzo[a,e]pirene, dibenzo[a,l]pirene, dibenzo[a,i]pirene, dibenzo[a,h]pirene, indeno[1,2,3-c,d]pirene, pirene) attraverso i metodi di estrazione e analisi EPA 3550C 2007 e EPA 8270E 2018;
- determinazione degli idrocarburi pesanti C > 12° attraverso i metodi EPA 3550C 2007 e EPA8015D 2003.

#### 4.2 Prelievi e analisi chimica di acque profonde

Nelle strutture presenti più rilevanti da allargare si sono prelevati ed analizzati, inoltre, campioni di acque sotterranee, un campione per ciascuna opera. Come per i campioni di terreno superficiali, anche per i campioni di acque in profondità sono stati determinati i contenuti di metalli (arsenico, cadmio, cobalto, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco) attraverso prove EPA 6020B 2014 e EPA 7199 1996, di composti organici aromatici (benzene, etilbenzene, stirene, toluene e p-xilene) con prove EPA 5030C 2003 e EPA 8260D 2018, di idrocarburi e idrocarburi policiclici aromatici (naftalene, acenaftilene, acenaftene, fluorene, frenantrene, antracene, fluorantene, pirene, benzo[a]antracene, crisene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[g,h,i]perilene, benzo[a]pirene, indeno [1,2,3-c,d]pirene, dibenzo[a,h]antracene) grazie a prove EPA 5021A 2014 e EPA 3510C 1996 e EPA 8015C 2007, di fibre di amianto attraverso la prova indicata nell'allegato 1B del D.M. 06.09.1994.

Le prove sono state effettuate in corrispondenza della posizione del piezometro PZ3 al KM 151+900 e di quella del piezometro PZ5 al km 153+500 lungo la S.S. 16 ma al di fuori dei limiti del Lotto 1.

Per il piezometro PZ3, dove vi era un livello di falda pari a -1,90 m dal piano campagna, sono stati prelevati n. 4 barattoli in vetro da 800 ml e n. 2 fialete da 0,50 ml. Gli stessi prelievi sono stati effettuati anche per il piezometro PZ5, dove però la falda era posta a -2,20 m dal piano campagna.

#### 4.3 Risultati analisi effettuate sui prelievi di terreno superficiale

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dei risultati delle prove, suddivise per chilometrica in cui è stato prelevato il campione.

km	149+000	149+500	149+800	150+000	150+500
<b>Determinazioni</b>					
Frazione granulometrica	53	11	6,8	18	17
<b>Determinazione di f</b>					
Umidità sul campione	157	96	181	147	87
Umidità su terra fine	14	8,6	11	7,7	6,4
<b>Determinazioni</b>					
Amianto	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
<b>Determ</b>					
Arsenico	4,9	6,3	4	6,2	6,4
Cadmio	0,13	< 0,10	0	0,11	0,15
Cobalto	8,5	8,8	7	8	7,6
Cromo totale	50	33	34	38	36
Mercurio	< 0,092	< 0,10	< 0,11	< 0,099	< 0,098
Nichel	37	35	26	30	29
Piombo	6,5	2,8	< 0,11	10	41
Rame	29	47	16	18	18
Zinco	50	40	23	43	50
Cromo VI	< 2	< 2	< 3	< 2	< 2
<b>Determinazione dei SOLV</b>					
Benzene	< 0,012	< 0,011	< 0,014	< 0,012	< 0,011
Etilbenzene	< 0,012	< 0,011	< 0,014	< 0,012	< 0,011
Stirene	< 0,012	< 0,011	< 0,014	< 0,012	< 0,011
Toluene	< 0,012	< 0,011	< 0,014	< 0,012	< 0,011
Xilene	< 0,036	< 0,034	< 0,042	< 0,036	< 0,033
Sommatoria	< 0,072	< 0,067	< 0,084	< 0,073	< 0,066
<b>Determinazione degli IDROCAR</b>					
Benzo[a]antracene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Benzo[a]pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Benzo[b]fluorantene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Benzo[k]fluorantene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Benzo[g,h,i]perilene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Crisene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Dibenzo[a,e]pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Dibenzo[a,l]pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Dibenzo[a,i]pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Dibenzo[a,h]pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Sommatoria	< 0,071	< 0,077	< 0,081	< 0,082	< 0,080
Dibenzo[a,h]antracene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
Pirene	< 0,0071	< 0,0077	< 0,0081	< 0,0082	< 0,0080
<b>Determinazione</b>					
Idrocarburi pesanti	17	< 8,1	10	< 8,6	9,4

I valori riscontrati nelle indagini al km 149+800 raggiungono i valori maggiori o la media dei valori riscontrati nelle prove (6) effettuate nell'area.

#### 4.3 Risultati prelievi di acque profonde

Di fianco viene riportata una tabella riassuntiva dei risultati delle prove, suddivise per ognuno dei 2 piezometri nei quali è stato prelevato il campione.

#### 4.4 Conclusioni

Sui campioni analizzati e precedentemente descritti si possono trarre le seguenti conclusioni:

- per quanto riguarda i prelievi di terreni superficiali, i parametri determinati presentano una concentrazione inferiore alla concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo indicati nell'allegato 5 alla parte quarta del D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 riferiti a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale ed a siti ad uso commerciale e industriale.
- per quanto concerne i risultati relativi alle acque profonde, i quali verranno trattati in seguito all'allargamento delle opere strutturali principali esistenti, si notano le presenze di metalli con concentrazioni maggiori rispetto ai valori limite come si può dedurre dai valori segnati in rosso nella tabella a margine.

	PZ3	PZ5
<b>AMIANTO [fibre/l]</b>		
Amianto	< 1000	< 1000
<b>METALLI [ug/L]</b>		
Arsenico	0,4	0,2
Cadmio	0,1	< 0,1
Cobalto	0,2	0,1
Cromo totale	0,3	2,4
Cromo esavalente	< 0,5	2,3
Mercurio	< 0,1	< 0,1
Nichel	4,3	1,1
Piombo	< 0,1	< 0,1
Rame	1,8	0,7
Zinco	12	< 5
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI [ug/L]</b>		
Benzene	< 0,1	< 0,1
Etilbenzene	< 1	< 1
Stirene	< 1	< 1
Toluene	< 1	< 1
Xilene	< 1	< 1
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI [ug/L]</b>		
Naftalene	< 0,1	< 0,1
Acenaftilene	< 0,1	< 0,1
Acenaftene	< 0,1	< 0,1
Fluorene	< 0,1	< 0,1
Fenantrene	< 0,1	< 0,1
Antracene	< 0,1	< 0,1
Fluorantene	< 0,1	< 0,1
Pirene	< 0,1	< 0,1
Benzo[a]antracene	< 0,01	< 0,01
Crisene	< 0,1	< 0,1
Benzo[b]fluorantene	< 0,01	< 0,01
Benzo[k]fluorantene	< 0,005	< 0,005
Benzo[g,h,i]perilene	< 0,001	< 0,001
Benzo[a]pirene	< 0,001	< 0,001
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	< 0,01	< 0,01
Dibenzo[a,h]antracene	< 0,001	< 0,001
Sommatoria	< 0,01	< 0,01
<b>IDROCARBURI [ug/L]</b>		
Idrocarburi totali	< 30	< 30

#### 4.5 Set analitico ricercato nei campioni di terreno

Nei campioni di terreno prelevati ai fini ambientali si sono ricercati i parametri indicati dal D.P.R. 120/2017:

- Metalli [As, Cd, Co, Cr totale, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn]
- Idrocarburi [C ≤ 12 e C > 12]
- Aromatici organici [BTEX e Stirene]
- Aromatici policiclici [IPA]
- Amianto

Ai fini del conferimento come rifiuto dei materiali in esubero, si sono caratterizzati 3 campioni delle terre per la verifica della conformità ai sensi del D.M. del 27.09.2010 «Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica», con particolare riferimento ai parametri di seguito

specificati:

- Su campione di terreno tal quale
  - Stato fisico
  - Odore
  - Colore
  - Natura
  - pH
  - Residuo secco a 105 °C [Perdita di peso a 105 °C]
  - Carbonio organico totale (TOC)
  - BTEX
  - IPA
  - Idrocarburi pesanti e leggeri
  - Idrocarburi totali
  - PCB

Inoltre si sono eseguiti i test di cessione all'acqua

- Metalli (As, Sb, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Co, V)
- Anioni (Cloruri, Fluoruri, Solfati, Cianuri totali, Nitrati)
- Carbonio organico disciolto (DOC).

I risultati analitici ottenuti evidenziano che **per i campioni analizzati si hanno valori inferiori alle CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dalla Tabella 1, Colonna A dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/06, quindi inferiori ai limiti previsti per suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

La classificazione delle terre escavate come rifiuto evidenziano:

- Codice C.E.R.: 17 05 04
- Descrizione: terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 Classe di pericolosità:  
Nessuna

I valori dei parametri analizzati, tenuto conto della Decisione della Commissione 2014/955/UE, del Regolamento (UE) N. 1357/2014, del Regolamento (UE) N. 1021/2019 (in caso di determinazione di inquinanti organici persistenti) e del Regolamento (UE) N.997/2017, classificano il materiale in esame, se considerato come rifiuto, come RIFIUTO NON PERICOLOSO.

Inoltre, i valori dei parametri analizzati sul campione tal quale rispettano i limiti previsti dall'articolo 6 e dalla Tabella 5-bis Allegato 4 del D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 e ss.mm.ii. così

come modificato dal D.Lgs. 3 settembre 2020, n. 121 ed i valori dei parametri analizzati sull'eluato in acqua deionizzata, effettuato secondo la norma UNI 10802, **rientrano nei limiti previsti dalla Tabella 5 del medesimo Decreto Legislativo valida per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi** e nei limiti previsti dal Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 e s.m.i. (DM 186/2006). L'analisi del test di aggressività delle terre evidenzia un terreno non aggressivo per le strutture in cls.

GLI AMBIENTI CHIMICAMENTE AGGRESSIVI CLASSIFICATI DI SEGUITO SONO BASATI SUL SUOLO NATURALE E PER ACQUA NEL TERRENO A TEMPERATURE DELL'ACQUA/TERRENO COMPRESSE TRA 5-25 °C ED UNA VELOCITÀ DELL'ACQUA SUFFICIENTEMENTE BASSA DA POTER ESSERE APPROSSIMATA A CONDIZIONI STATICHE. LA CONDIZIONE PIÙ GRAVOSA PER OGNI UNA DELLE CONDIZIONI CHIMICHE DETERMINA LA CLASSE DI ESPOSIZIONE. SE DUE O PIÙ CARATTERISTICHE DI AGGRESSIVITÀ APPARTENGONO ALLA STESSA CLASSE, L'ESPOSIZIONE SARÀ CLASSIFICATA NELLA CLASSE PIÙ ELEVATA SUCCESSIVA, SALVO IL CASO CHE UNO STUDIO SPECIFICO PROVI CHE CIÒ NON È NECESSARIO.				
CARATTERISTICA CHIMICA	METODO DI PROVA DI RIFERIMENTO	XA1	XA2	XA3
<b>TERRENO</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/Kg <sup>a)</sup> totale	EN 196-2 <sup>b)</sup>	≥ 2.000 e ≤ 3.000 <sup>c)</sup>	> 3.000 <sup>c)</sup> e ≤ 12.000	> 12.000 e ≤ 24.000
Acidità ml/Kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	Non incontrato in pratica	
<sup>a)</sup> I TERRENI ARGILLOSI CON UNA PERMEABILITÀ MINORE DI 10-5 M/S POSSONO ESSERE CLASSIFICATI IN UNA CLASSE INFERIORE.				
<sup>b)</sup> IL METODO DI PROVA PRESCRIVE L'ESTRAZIONE DI SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> MEDIANTE ACIDO CLORIDRICO; IN ALTERNATIVA SI PUÒ USARE L'ESTRAZIONE CON ACQUA SE NEL LUOGO DI IMPIEGO DEL CALCESTRUZZO C'È QUESTA PRATICA				
<sup>c)</sup> IL LIMITE DI 3.000 MG/KG DEVE ESSERE RIDOTTO A 2.000 MG/KG SE ESISTE IL RISCHIO DI ACCUMULO DI IONI <b>SOLFATO</b> NEL CALCESTRUZZO CAUSATO DA CICLI DI ESSICCAMENTO/BAGNATURA OPPURE SUZIONE CAPILLARE.				

## 5 MATERIALI PRODOTTI DURANTE LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE

### 5.1 MATERIALI PROVENIENTI DALL'ESECUZIONE DI SCAVI E SBANCAMENTI

Le terre e rocce da scavo derivano principalmente dalla demolizione delle attuali rampe dello svincolo di Via Savini. Per tali demolizioni è stato definito un vero e proprio piano di attuazione che si può riscontrare dalla consultazione degli elaborati seguenti:

T	0	1	CA	0	0	CAN	DE	0	1	A	Planimetria delle Demolizioni
T	0	1	CA	0	0	CAN	SZ	0	1	A	Sezioni trasversali di demolizione - Svincolo Savini

e in generale dalla parte relativa alle opere di cantierizzazione e alle fasi di realizzazione. Le quantità dei materiali provenienti dalla esecuzione di scavi e sbancamenti sono indicate nella tabella di cui sotto.

A seguito degli approfondimenti ed indagini eseguiti dall'Impresa nelle aree interessate dagli interventi è stato possibile stabilire che l'intero materiale proveniente dallo scavo di bonifica per la posa dei nuovi rilevati sia idoneo al reimpiego per il medesimo scopo, previo trattamento in sito di stabilizzazione a cemento, che rientra tra i trattamenti di normale pratica industriale su terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotto, ai sensi della normativa vigente.

Le ulteriori indagini eseguite sui materiali dei rilevati esistenti hanno confermato l'idoneità degli stessi per il loro reimpiego nel corpo dei nuovi rilevati, previo trattamento a cemento come riscontrabile dalla relazione allegata denominata "Studio della stabilizzazione in sito per il riutilizzo delle terre dei rilevati esistenti".

In riferimento alla costruzione delle nuove rampe e per le opere di ampliamento della sede principale del Lotto 1 il progetto prevede che circa il 60% delle terre provenienti dalle attività di scavo e sbancamento siano da considerarsi idonee per il successivo utilizzo, previa stabilizzazione a cemento, con l'integrazione di misto frantumato per la correzione granulometrica, nella misura del 20%.

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)
	SCAVO DI BONIFICA	SCAVO DI FONDAZIONE	SCAVI DI SBANCAMENTO	IDONEO PER RILEVATI	IDONEO RIUTILIZZO IN SITO	IDONEO A DEPOSITO NEL SEDIME	NON IDONEO A DISCARICA EXTRA SITO	STABILIZZAZIONE A CEMENTO	FORNITURA CAVA PER CORREZIONE GRANULOMETRICA
WBS	mc	mc	mc	60% di (C+D)	mc	(E-F)	40% di (C+D)	mc	mc
SS16 ADRIATICA	3 217,07	-	4 110,44	2 466,26	2 074,67	391,59	1 644,18	5 291,74	1 058,35
CORSIA NORD ENI	69,93	-	10,47	6,28	-	6,28	4,19	69,93	13,99
CORSIA NORD ENI	49,84	-	3,88	2,33	-	2,33	1,55	49,84	9,97
NUOVI ACCESSI	75,37	-	-	-	-	-	-	75,37	15,07
RAMPA A	1 096,18	-	6 069,34	3 641,60	1 283,80	2 357,80	2 427,74	2 379,98	476,00
RAMPA B	1 175,02	-	5 174,25	3 104,55	1 608,57	1 495,98	2 069,70	2 783,59	556,72
RAMPA C	1 132,15	-	4 102,93	2 461,76	727,12	1 734,64	1 641,17	1 859,27	371,85
RAMPA D	1 081,12	-	5 267,29	3 160,37	549,49	2 610,88	2 106,92	1 630,61	326,12
RAMPA E	1 075,82	-	5 533,07	3 319,84	1 809,35	1 510,49	2 213,23	2 885,17	577,03
RAMPA F	1 082,44	-	5 683,56	3 410,14	1 691,18	1 718,96	2 273,42	2 773,62	554,72
RAMPA G	1 147,31	-	5 422,48	3 253,49	2 545,88	707,61	2 168,99	3 693,19	738,64
RAMPA H	1 076,93	-	5 082,87	3 049,72	1 576,24	1 473,48	2 033,15	2 653,17	530,63
COMPLANARE NORD	2 312,55	-	299,79	179,87	480,88	301,01	119,92	2 793,43	558,69
COMPLANARE SUD	2 156,53	-	143,41	86,05	990,24	904,19	57,36	3 146,77	629,35
CORSIA NORD REPSOL	56,70	-	15,17	9,10	-	9,10	6,07	56,70	11,34
<b>TOTALE CORPI STRADALI</b>	<b>16 813,00</b>	-	<b>46 926,00</b>	<b>28 159,00</b>	<b>15 343,00</b>	<b>12 819,00</b>	<b>18 775,00</b>	<b>32 149,00</b>	<b>6 435,00</b>
OPERE D'ARTE MAGGIORI	-	-	1 935,18	-	1 935,18	-	-	1 159,79	-
OPERE D'ARTE MINORI	-	550,52	-	330,31	68,00	262,31	220,21	-	-
OPERE IDRAULICHE	-	22 445,26	4 516,33	16 176,95	11 260,31	4 916,64	10 784,64	-	-
<b>TOTALE OPERE D'ARTE</b>	-	<b>22 997,00</b>	<b>6 453,00</b>	<b>16 508,00</b>	<b>13 265,00</b>	<b>5 180,00</b>	<b>11 006,00</b>	<b>1 160,00</b>	-
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>16 813,00</b>	<b>22 997,00</b>	<b>53 379,00</b>	<b>44 667,00</b>	<b>28 608,00</b>	<b>17 999,00</b>	<b>29 781,00</b>	<b>33 309,00</b>	<b>6 435,00</b>

Un altro contributo disponibile, anche se minimo, è costituito dallo sbancamento del terreno per la realizzazione di trincee e cassonetti, opere provvisorie, in particolare muri di sostegno, e per lo scavo dello spessore di scotico e bonifica, necessario per il piano di posa dei rilevati. I materiali comunque ritenuti non idonei per il riutilizzo strutturale verranno smaltiti in siti di discarica e/o recupero, e possono essere classificati col seguente codice CER: 17.05.04 – Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03.

## 6 GESTIONE DEL MATERIALE DERIVANTE DA SCAVO

### 6.1 CARATTERISTICHE PROGETTUALI: SCAVI

In relazione alle caratteristiche prestazionali desunte dagli esiti delle prove di laboratorio sui campioni prelevati per le opere di allargamento della sede lungo il Lotto 1, si prevede una rimozione dei terreni per uno spessore di 100 cm dal piano campagna, rimozione di terreno necessaria all'ammorsamento del rilevato.

Viene classificato come "topsoil" l'orizzonte compreso tra 0 e 50 cm di profondità e come scavo di bonificato spessore compreso tra 50 e 100 cm. Considerata la tipologia di intervento, si prevede di movimentare materiale, terre e rocce, provenienti sia dagli sterri che dagli spessori di scotico e bonifica del piano di posa dei rilevati. In misura minore si avranno anche dei volumi provenienti da altri scavi, necessari alla realizzazione di altre opere (es. opere idrauliche come il nuovo attraversamento del Drittolo del quale è prevista la deviazione).

Considerata la tipologia di opere da realizzare (allargamento di strada in rilevato basso), non si prevede di eseguire scavi di profondità superiori a circa 1-1,50 m da p.c. per l'ammorsamento del rilevato di ampliamento.

Come anticipato, buona parte del materiale di scavo proveniente dalle demolizioni delle rampe di svincolo esistenti costituendo l'appoggio delle attuali sedi, possiede sicuramente caratteristiche meccaniche idonee al riutilizzo, previo trattamento di stabilizzazione a cemento, ad eccezione del terreno vegetale di ricoprimento delle scarpate. Pertanto, le attività in progetto richiedono, principalmente l'avviamento presso aree di stoccaggio temporaneo all'interno della area di cantiere lungo il Lotto 1 della Tangenziale di Ravenna. Sono state individuate delle aree adiacenti allo svincolo di Via Savini per le quali è possibile lo stoccaggio temporaneo delle quantità provenienti dagli scavi e non direttamente riutilizzate nelle prime fasi di costruzione delle nuove rampe.

Si evidenzia che le analisi chimiche condotte sulle terre e rocce da scavo in sede di progettazione esecutiva hanno escluso la presenza di superamenti delle CSC relativamente agli analiti considerati (arsenico, cadmio, cobalto, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco, benzene, etilbenzene, stirene, toluene e xilene, IPA, Idrocarburi > C12).

Per quanto attiene alle attività di stabilizzazione in situ con legante, si precisa che i trattamenti delle terre, sia quelle del piano di posa dei rilavati, sia quelle del corpo dei rilevati stessi, sono previsti tutti a cemento - escludendo quindi l'utilizzo della calce - la cui miscelazione non modifica i requisiti ambientali e sanitari. Inoltre i suddetti trattamenti producono un notevole beneficio in termini di prestazioni geo-meccaniche, come riscontrabile dallo studio di stabilizzazione allegato al presente PUT, nel quale, con riferimento agli esiti delle prove di



laboratorio, è stato calibrato il corretto dosaggio del legante idraulico e la relativa umidità. Infine, si chiarisce che tutte le operazioni di stabilizzazione avverranno direttamente in sito, escludendo la movimentazione di materiali e minimizzando pertanto eventuali impatti negativi sull'ambiente.

Il quantitativo delle terre in esubero e riutilizzabile non richiede approvvigionamento di materiali idonei, se non in minima parte.

Il Lotto 1, che è il primo trattato a livello Esecutivo del Progetto Definitivo che è arriva fino al km 154+600, è quello che presenta il maggiore volume di materiali da scavo lungo la tratta. Per il deposito temporaneo, come già sopra esposto, è previsto l'utilizzo di aree già disponibili per le attività di cantiere ubicate lungo il tratto della tangenziale di Ravenna adiacenti allo svincolo di Via Savini che costituisce in pratica l'intervento più rilevante del Lotto in questione.

La gestione delle terre in esubero o non idonee al riutilizzo in sito può avvenire come sottoprodotti, escluse quindi dal ciclo dei rifiuti.

## 6.2 BILANCIO TERRE

Per le attività contemplate nell'intervento si stima la movimentazione dei volumi totali e parziali sintetizzati nella tabella che segue.

FABBISOGNI GLOBALI		mc
a	materiale per la formazione dei rilevati	15 340,00
b	suolo vegetale per il rivestimento delle scarpate	10 000,00
c	materiale per rinterrì	13 270,00
d	calcestruzzo	3 200,00
e	conglomerato bituminoso	12 400,00
f	misto granulare stabilizzato	13 300,00
g	misto cementato (aggregati lapidei, acqua, cemento)	15 100,00
<b>ATTIVITA' DI SCAVO</b>		
h	materiali derivanti da attività di scavo	93 190,00
<b>MATERIALI RECUPERABILI</b>		
i	materiale per rilevato derivante da scavi e demolizioni di rilevati esistenti	44 670,00
j	materiale destinato al trattamento	17 970,00
k	materiale per riempimenti e rinterrì	13 270,00
l	suolo vegetale per il rivestimento delle scarpate	10 000,00
<b>ATTIVITA' DI SCAVO</b>		
h	materiali derivanti da attività di scavo	93 190,00
<b>MATERIALI RECUPERABILI</b>		
i	materiale per rilevato derivante da scavi e demolizioni di rilevati esistenti	44 670,00
j	materiale destinato al trattamento	17 970,00
k	materiale per riempimenti e rinterrì	13 270,00
m= i+j+k+l	totale materiale reimpiegabile	85 910,00
<b>FABBISOGNI DA CAVE E FRANTOI</b>		
n	materiale per la formazione dei rilevati	-
o	suolo vegetale	-
p	materiale per riempimento bonifiche	-
q = d	calcestruzzo	3 200,00
r = e	conglomerato bituminoso	12 400,00
s = f	misto granulare stabilizzato	13 300,00
t = g	misto cementato (aggregati lapidei, acqua, cemento)	15 100,00
<b>MATERIALE IN ESUBERO</b>		
u = h-a-b-c-j	materiale non idoneo a rilevati da inviare a deposito definitivo extra sito	20 550,00
v	materiale idoneo a rilevati da inviare a deposito temporaneo nel sedime dell'inten	16 060,00
<b>MATERIALI DALLE DEMOLIZIONI</b>		
w	conglomerati bituminosi da demolizioni	690,00
z	conglomerati cementizi da demolizioni	10 700,00

Essendo, come sopra detto, il materiale di scavo in massima parte proveniente dalla demolizione delle rampe esistenti dello svincolo di Via Savini, del materiale dichiarato idoneo è previsto il parziale riutilizzo nell'ambito del cantiere con riferimento alla fase di costruzione; il

rimanente quantitativo di materiale idoneo necessario al reimpiego in tempi successivi potrà essere stoccato utilizzando le aree indicate nella planimetria T01CA00CANPL01A che riguarda il layout base del cantiere e i cantieri operativi idonei allo stoccaggio del materiale di scavo per il successivo riutilizzo.

Tenuto conto invece della natura mista di altri materiali provenienti da demolizioni oltre che terre e rocce di pavimentazioni e opere esistenti (misti bitumati, calcestruzzo, ferri d'armatura ed eventuali frammenti di laterizi) e dei loro volumi ridotti, si prevede di gestire questi esuberi come rifiuti da conferire in un impianto autorizzato di recupero o, in ultima analisi, in discarica. Relativamente ai fabbisogni, non sono previste necessità di materiali da rilevato poiché interamente soddisfatte dai volumi ricavabili dalle attività di scavo, le forniture pertanto saranno limitate i soli bitumi e misti bitumati per le pavimentazioni e ad acciaio e cemento/calcestruzzo per la realizzazione delle strutture in c.a. e dei micropali.

Le attività in progetto produrranno a totale **93.190 mc** in banco di terre e rocce proveniente dagli scavi, dai quali si attendono **44.670 mc** circa di materiale idoneo per il riutilizzo strutturale nei rilevati stradali previo trattamento in sito di stabilizzazione a cemento e integrazione di misto frantumato, anch'esso proveniente dalla demolizione delle fondazioni stradali esistenti. Il materiale in esubero, destinato a deposito definitivo extra sito, risulta pari a: **20.550 mc** in banco. L'esubero di materiale idoneo strutturale pari a **16.060 mc** sarà inviato a deposito temporaneo, nel sito individuato nel sedime dei lavori, per il riutilizzo nelle successive tratte in ammodernamento.

Il materiale da scavo proveniente dalla bonifica dei piani di appoggio dei rilevati **17.970 mc** sarà reimpiegato con medesima funzione previo trattamento in sito a cemento.

In sintesi estrema i volumi in gioco si possono condensare come di seguito:

totale scavi (bonifiche, sbancamenti, fondazioni)	mc 93 190,00
totale riutilizzi (bonifiche, rilevati, rinterri, riv.to scarpate)	mc 56 580,00
totale idoneo a deposito in sito per successivi riutilizzi	mc 16 060,00
totale non idoneo conferito extra sito	mc 20 550,00

Si evidenziano inoltre:

- conglomerati cementizi da demolizioni **690 mc**
- conglomerati bituminosi da demolizioni **10.700 mc**

Dovranno essere inoltre approvvigionati materiali inerti per gli strati di fondazione della piattaforma stradale:

- misto granulare stabilizzato **13.300 mc**
- misto cementato **15.100 mc**
- misto frantumato per la correzione granulometrica delle terre stabilizzate a cemento **6.500 mc**

I fabbisogni di:

- conglomerati cementizi **3.200 mc**
- conglomerati bituminosi **12.400 mc**

saranno risolti con l'approvvigionamento di prodotto già preconfezionato.

Il trasporto e la movimentazione di tutti i materiali derivati dalle attività previste dall'intervento avverranno integralmente tramite autocarri.

Nella ipotesi che per i trasporti vengano utilizzati mezzi d'opera a tre assi con capacità di circa 20 mc si può ritenere siano necessari:

- **1.028** trasporti fino ai siti di deposito definitivo delle terre
- **570** trasporti fino ai siti di conferimento dei materiali provenienti dalle demolizioni
- **1.420** trasporti per l'approvvigionamento da cava di misto granulometrico e misto cementato.

La movimentazione dei materiali a deposito e da cava comporterà, secondo l'ipotesi formulata, un totale di **3.018** trasporti di andata e ritorno. Considerando le caratteristiche del sedime dell'intervento e le caratteristiche dei mezzi d'opera definiti, è ragionevole supporre per ogni mezzo d'opera 4 viaggi/gg durante un periodo di circa 440 giorni (ciclo: carico – trasporto – scarico – ritorno).

Considerando comunque la durata dei lavori (come individuata nel cronoprogramma) pari a circa 20 mesi - 22 gg/mese - 8 ore/gg e, inoltre, la possibilità di utilizzare il materiale idoneo di risulta dagli scavi eventualmente anche per i Lotti successivi per l'opera di ampliamento, sono state individuate come sopra detto delle aree di stoccaggio temporaneo debitamente mostrate nelle planimetrie della cantierizzazione (P01PS00CANPE01\_B, P01PS00CANPE02\_B, P01PS00CANPE03\_B).

### 6.3 DEPOSITO TEMPORANEO

Nella prossimità del tratto stradale e più precisamente su aree contermini allo svincolo di Via Savini, oggetto più importante dell'intervento, sono state individuate delle aree disponibili per il deposito temporaneo dei materiali provenienti dagli scavi.

Per le terre e rocce da scavo, il deposito temporaneo (definito all'articolo 183, comma 1, lettera b, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152) si effettua attraverso il raggruppamento e il deposito preliminare alla raccolta realizzati presso il sito di produzione.

Le quantità di scavo derivanti dalla demolizione delle esistenti rampe di svolta a dx dello svincolo Savini (ex rampe A, B, C e D) saranno temporaneamente stoccate entro i 2 cappi ex rampe G e H lungo la carreggiata Sud e/o nelle aree disponibili individuate come sopra detto e con modalità e quantità riferibili alla specifica fase di costruzione. La tabella di cui sotto fornisce il dato relativo alla disponibilità sia in termini di aree che di volumi che sono quindi più che sufficienti per accogliere le quantità di riutilizzo intra-lotto

Aree e volumi disponibili per Fase di realizzazione	Mq reali utilizzabili	Altezza media cumulo [m]	Volume depositabile [mc]
(Fase 1)	11047	2,5	27616
(Fase 2)	8807	2,5	22016
(Fase 3)	10949	2,5	27372

Per le altre materie il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per eventuali rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute.

### 6.4 IDENTIFICAZIONE DELLE TIPOLOGIE DI RIFIUTO – CODICI CER

In base a quanto descritto nei paragrafi precedenti, si prevede la produzione di rifiuti speciali attribuibili ai seguenti codici dell'elenco europeo dei rifiuti CER:

- CER 17 01 01: cemento;
- CER 17 03 02: miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01 (ovvero, non contenenti sostanze pericolose);
- CER 17 04 05: ferro e acciaio;
- CER 17 05 04: terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 (ovvero, non contenenti sostanze pericolose);
- CER 17 09 04: rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui

alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 (ovvero, non contenenti sostanze pericolose);

In base ai dati ad oggi disponibili sulla condizione attuale del sito e sulla storia pregressa di destinazione d'uso dello stesso, nonché delle aree limitrofe, non ci si attende la presenza di sostanze pericolose nei terreni e nei materiali di demolizione che risulteranno dalle perforazioni di progetto. L'assenza di sostanze pericolose nei materiali da smaltire dovrà essere attestata dalle verifiche analitiche previste dalla normativa vigente, da effettuare prima dell'uscita dei materiali dal cantiere.

Per la sistemazione finale dei rifiuti descritti, si prevede il loro conferimento in impianto di recupero autorizzato o, in via secondaria, in discarica autorizzata. L'idoneità all'accesso in impianto di recupero/discarica dovrà essere preventivamente verificata a mezzo di determinazioni analitiche da effettuare sul materiale scavato/rimosso ai sensi della normativa vigente.

## **6.5 ANALISI E CAMPIONAMENTO**

L'ammissibilità dei rifiuti in discarica è regolamentata dal DM 27 settembre 2010 che è stato parzialmente modificato dal DM del 24 Giugno 2015. L'art.2 del DM 27 settembre 2010 definisce la necessità di effettuare la caratterizzazione di base per ciascuna categoria di rifiuti conferiti in discarica, in particolare il comma 2 riporta che la caratterizzazione di base è obbligatoria per qualsiasi tipo di rifiuto e deve essere effettuata nel rispetto delle prescrizioni riportate nell'Allegato 1 dello stesso decreto.

Per la caratterizzazione di base dei rifiuti si osserva l'Allegato 3 del DM del 24 Giugno 2015 che prevede l'analisi sul rifiuto tal quale e sull'eluato. Il campionamento dei rifiuti ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica deve essere effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard di cui alla norma UNI 10802 «Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati» e alle norme UNI EN 14899 e UNI EN 15002. Il campionamento dei rifiuti sarà quindi effettuato utilizzando il metodo della quartatura sul cumulo. Ogni cumulo sarà diviso in quattro parti di uguale dimensione, il materiale di due quarti opposti deve essere scartato, mentre quello dei due quarti rimanenti andrà mescolato e ridistribuito in un nuovo cumulo. Si dovranno ripetere le operazioni eseguite sopradescritte e si sceglieranno i due quarti rimasti come materiale da campionare.

Nello specifico caso degli interventi in progetto, in osservanza della Tabella 1 del DM 27 settembre 2010 è consentito lo smaltimento in discarica senza preventiva caratterizzazione per le rocce e terre da scavo identificate con il codice CER 17 05 04, esclusi i primi 30cm di suolo, la torba e purché non provenienti da siti contaminati. Tuttavia, nell'eventualità che la discarica richieda la caratterizzazione anche di questi rifiuti è opportuno eseguire l'analisi sul rifiuto tal

quale e successivamente un'eventuale analisi dell'eluato.

Per tutti gli altri rifiuti prodotti prima di accedere alle discariche o ai relativi impianti di smaltimento si dovrà provvedere alla caratterizzazione di base secondo quanto prescritto dalla normativa vigente.

## **6.6 IMBALLAGGI ETICHETTATURA - TRASPORTO**

I rifiuti in deposito temporaneo, ove previsto dalla normativa, saranno etichettati in conformità alle prescrizioni di legge per la gestione e il trasporto di rifiuti e per eventuali rifiuti pericolosi nel rispetto delle norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura di sostanze pericolose.

L'etichetta di ciascuna tipologia di rifiuto riporterà almeno:

- codice CER e descrizione del rifiuto;
- descrizione diversa da quella del CER che renda il rifiuto immediatamente riconoscibile;
- caratteristiche di pericolo associate al rifiuto (se presenti) con il loro significato (es. H5 nocivo);
- etichettatura ADR, se necessaria.

Qualora non si fosse ancora a conoscenza del codice CER definitivo, perché si è in attesa di analisi di caratterizzazione del rifiuto, il rifiuto sarà comunque etichettato indicando una breve descrizione e lavorazione di provenienza e segnalando che si è in attesa di caratterizzazione.

### **Trasporto**

Il trasporto dei rifiuti verso l'impianto di conferimento finale sarà effettuato con mezzi autorizzati ed iscritti all'Albo Gestori Ambientali (art. 212 Parte IV D.Lgs. n.152/06) con le seguenti categorie: raccolta e trasporto di rifiuti speciali non pericolosi e raccolta e trasporto di rifiuti pericolosi. Prima dell'inizio delle attività saranno individuati i trasportatori per i rifiuti prodotti. Per ciascun trasportatore sarà reperita ed archiviata in sito copia dell'iscrizione all'Albo, per verificarne la compatibilità con le tipologie di rifiuti da movimentare. Tutte le iscrizioni di cui sopra e i relativi versamenti per i diritti annuali di iscrizione all'albo saranno mantenuti aggiornati anche nel caso di variazioni del quadro normativo di riferimento.

Tutti i rifiuti durante la fase di trasporto saranno accompagnati dal Formulario di Identificazione Rifiuti, redatto in quattro esemplari, compilato, datato e firmato dal produttore dei rifiuti e controfirmato dal trasportatore, laddove necessario sarà fornita al conducente del mezzo copia dei certificati analitici relativi al rifiuto trasportato.

Il trasporto dovrà avvenire in conformità a quanto previsto dal SISTRI, se operativo durante lo svolgimento delle attività. I mezzi di trasporto per rifiuti pericolosi saranno dotati di targa specifica.

## **6.7 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SISTEMAZIONE FINALE**

Riguardo l'indicazione della destinazione finale dei materiali, si precisa che i lavori di cui al presente progetto risultano già appaltati e che, pertanto, l'Impresa può indicare impianti di approvvigionamento e/o smaltimento rifiuti di sua proprietà senza che si configuri illegittimità. Il terreno in esubero proveniente da scavi, se non idoneo al riutilizzo, potrà essere gestito come sottoprodotto e destinato all'impianto di riutilizzo:

- "Cava Manzona Vecchia" di proprietà ICR (Società controllata da CBR)  
Via Adriatica SS. 16 km 164+000 – Savio di Ravenna (RA)  
Distanza 15 km ca

Si precisa, infine, che le valutazioni riportate nella presente relazione hanno carattere previsionale e che le effettive produzioni di rifiuti e la loro effettiva destinazione saranno definite in fase di esecuzione dei lavori, comprovandole tramite la modulistica prevista dalle vigenti normative in materia.

## **6.8 SINTESI DELLE LAVORAZIONI PREVISTE**

Con riferimento agli interventi in progetto, si prevede la necessità di gestire le materie prodotte dalle seguenti attività:

- demolizioni di strutture in c.a.;
- realizzazioni di strutture in c.a.;
- scavo e demolizione di manti bituminosi;
- scavi a sezione obbligata nel corpo del rilevato stradale;
- scavi di fondazione in terreni naturali;
- perforazioni di micropali per opere provvisionali;
- esecuzione di ampliamento di rilevati stradali;
- demolizione di rampe stradali e di svincolo esistenti
- sfalci di vegetazione e/o rimozione di rivestimenti vegetali;
- demolizione di strutture metalliche (segnaletica ed illuminazione)
- posa di terreno e coperture vegetali.



## 7 RESPONSABILE DEL PIANO UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il Responsabile del presente "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo" per l'impresa esecutrice dei lavori Società Cooperativa Braccianti Riminese è:

- Ing. Marco Ceccarelli c/o Soc. Coop. Braccianti Riminese



Stazione Appaltante:					
Impresa:	Società Cooperativa Braccianti Riminese				
Cantiere:	Tangenziale di Ravenna – Stralcio 4 – Lotto 1				
Opera:	Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 – Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna				
Titolo Elaborato:	<b>STUDIO DI STABILIZZAZIONE IN SITO PER RIUTILIZZO DELLE TERE DEI RILEVATI ESISTENTI</b>				
Documento:	doc.n°R1489-23	Revisione 01	28/04/2023	Commessa:	4619-23
Documento redatto da:	Ing. Federico Bonci				
Direttore laboratorio strade:	Ing. Federico Bonci				

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, tutto o in parte, senza il consenso scritto di S.T.S. MOBILE S.r.l.  
 Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di Legge

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	<i>FINALITÀ DELLA RELAZIONE .....</i>	3
1.2	<i>PROCEDURA DI INDAGINE .....</i>	3
1.3	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</i>	4
1.4	<i>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</i>	4
1.5	<i>MATERIE PRIME CONSEGNATE .....</i>	4
<b>2</b>	<b>DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE DEL MISTO FRANTUMATO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE DEL CEMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI MATERIALI TAL QUALI .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO DEL RILEVATO .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA MISCELA .....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>RISULTANZE SPERIMENTALI DELLE MISCELE INDAGATE .....</b>	<b>12</b>

## **1 INTRODUZIONE**

### **1.1 FINALITÀ DELLA RELAZIONE**

La presente revisione 01 del documento è dovuta all'approfondimento di indagini sperimentali eseguite sul materiale tal quale costituente i rilevati stradali esistenti al fine di non poter escludere un trattamento in sito a cemento per il loro reimpiego per la formazione di nuovi rilevati nell'ambito dei "Lavori di potenziamento della S.S: 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 – Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna".

La tecnica della stabilizzazione consiste nella miscelazione del terreno con leganti (calce e/o cemento) in modo da modificarne le caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica.

L'effetto del trattamento è quello di migliorare le caratteristiche meccaniche e di portanza di un terreno, attraverso l'azione chimica e meccanica del legante rendendo meno sensibile all'azione degli agenti atmosferici e diminuendo le alterazioni che esso può subire al variare della temperatura.

### **1.2 PROCEDURA DI INDAGINE**

La procedura di studio adottata prevede una prima fase di caratterizzazione fisica del campione di materiale costituente i rilevati delle rampe degli svincoli esistenti, seguita dalla fase della miscelazione e compattazione in laboratorio in accordo al capitolato di riferimento. Infine lo studio si conclude con l'esecuzione delle prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche meccaniche richieste al variare del contenuto in peso dei leganti idraulici e del contenuto di acqua di compattazione. In aggiunta allo studio vengono riportate le ulteriori prove eseguite su ulteriori campioni senza aggiunta di leganti idraulici (terra tal quale e miscela composta da 80% di terra e dal 20% di aggregato di integrazione).

### 1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

1. UNI EN 933-1: "Analisi granulometrica per setacciatura";
2. UNI EN 11531-1: "Classificazione di una terra";
3. UNI EN 1744-1: "Analisi chimica";
4. UNI EN 13286-2: "Miscele non legate e legate con leganti idraulici – Metodo di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio – Costipamento Proctor";
5. UNI EN 13286-47: "Miscele non legate e legate con leganti idraulici – Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento".

### 1.4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche – IT.C.05.04/Rev.1/14.07.2006 Anas S.p.A.

### 1.5 MATERIE PRIME CONSEGNATE

Per la realizzazione dello studio di qualifica oggetto della presente sono stati consegnati presso il laboratorio della scrivente i materiali di seguito riportati, le cui Dichiarazioni di Prestazione (DOP) sono allegate ai successivi capitoli:

- Campione rappresentativo del terreno del rilevato degli svincoli (in seguito "TERRENO RILEVATO");
- MISTO FRANTUMATO "IMPIANTI CAVE ROMAGNA S.r.l.";
- Cemento Portland CEM II/B-L 32,5R "Cementerie Aldo Barbetti S.p.A." di Ravenna (RA).

## 2 DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE DEL MISTO FRANTUMATO



**DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE  
N° MISTO FRANTUMATO/03**

1. Codice di identificazione unico del prodotto: **SC105205**
2. Numero di tipo: **MISTO FRANTUMATO**
3. Uso previsto del prodotto da costruzione, conformemente a: **UNI EN 13242:2008/A1:2007 - Aggregati per opere di ingegneria civile e**
4. Nome e indirizzo del fabbricante:



**IMPIANTI CAVE ROMAGNA S.r.l.**  
**Cava San Carlo**  
 Via San Mamante - Loc. San Carlo 47023 CESENA (FC)  
 Tel. 0541 923064 Fax. 0541 923542  
 E-mail: info@impianticaveromagna.it

5. Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto da costruzione:  
**2+**

6. L'Organismo notificato:

**SGS Italia Spa - 1381**

Ha rilasciato il certificato di conformità del controllo della produzione in fabbrica n° **1381-CPR-029** fondandosi sui seguenti elementi:

- a) ispezione iniziale dello stabilimento di produzione e del controllo della produzione in fabbrica;
- b) sorveglianza, valutazione e verifica continue del controllo della produzione in fabbrica.

7. Prestazione dichiarata:

<b>MISTO FRANTUMATO</b>		<b>UNI EN 13242 :2008+A1 :2007</b>	
<b>DESCRIZIONE PETROGRAFICA</b>		<b>AGGREGATI PER OPERE DI INGEGNERIA CIVILE E COSTRUZIONE STRADE</b>	
<b>MISTO FRANTUMATO RICICLATO A COMPOSIZIONE CARBONATICA (CALCARENITI LUTITICHE, SPATICHE E CALCILUTITI LUTITICHE) E SILICATICA (ARENITI LITICHE) E SECONDARIAMENTE MAGMATICA EFFUSIVA (TEFRITI LEUCITICHE E RIOLITI) E CONGLOMERATO BITUMINOSO</b>			
Forma dei granuli	(FI) (SI)	NPD	
Granulometria	(d/D) - cat.	0/56 - G <sub>85</sub>	
Massa volumica dei granuli	(Mg/m <sup>3</sup> )	2,58	Mg/m <sup>3</sup>
Contenuto di polveri	(f...)	f <sub>9</sub>	
Qualità delle polveri	(MB, SE)	SE>30	
Percentuale di superficie frantumata		C <sub>90/3</sub>	
Resistenza alla frantumazione / frammentazione	(LA...)	LA <sub>40</sub>	
Resistenza alla usura	Cat. (M <sub>DE</sub> ...)	M <sub>DE</sub> 25	
<b>COMPOSIZIONE/CONTENUTO</b>			
Solfati solubili in acqua	Cat. (SS...)	NPD	
Solfati solubili in acido	Cat. (%AS...)	AS <sub>0,2</sub>	
Zolfo totale	Cat. (S...)	S <sub>1</sub>	
Costituenti che alterano la velocità di presa e indurimento del calcestruzzo	Valore	NPD	
Sostanze pericolose: Rilascio di idrocarburi poliaromatici	Valore (mg/ks s.s.)	<0,2	
Durabilità al gelo e disgelo	Val. (F o MS)	F <sub>4</sub>	
Assorbimento d'acqua	(%WA)	3,10% WA	
Ecocompatibilità		Entro i limiti previsti dal D.M. 5 febbraio 1998	
Materiali litici di qualunque provenienza	Separazione visiva sul tratt. al setaccio 4 mm	<10% in massa	Rcug <sub>20</sub>
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva sul tratt. al setaccio 4 mm	< 5% in massa	Rg <sub>2</sub>
Conglomerati Bituminosi	Separazione visiva sul tratt. al setaccio 4 mm	>90 % in massa	Ra <sub>80</sub>
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi o fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva sul tratt. al setaccio 4 mm	< 5% per ciascuna tipologia	Rb <sub>10</sub>
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto il bitume; materiali plastici	Separazione visiva sul tratt. al setaccio 4 mm	< 0.1% in massa	X <sub>1</sub>
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia e vetro, etc...)	Separazione visiva sul tratt. al setaccio 4 mm	< 0.4% in massa	
<b>CLASSIFICAZIONE SECONDO UNI EN 11531-1</b>	<b>A-1-a</b>		

8. La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata di cui al punto 7.

Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 4.

Firmato a nome e per conto del fabbricante

Cesena, li 20/05/2022

Impianti Cave Romagna S.r.l.  
  
 (Geom. Massimo Giorgini)

### **3 DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE DEL CEMENTO**



# CEMENTERIE ALDO BARBETTI S.p.A.

Sede: Corso Garibaldi, 81 06024 Gubbio (Pg) Tel. 07.592.381 Fax 0759.238.271



Stabilimenti: Gubbio (PG) Fraz. Corso Semonte  
Tel. 07.592.381 Fax 0759.238.271  
Ravenna (RA) Via Baiona, 228  
Tel. 0544.519.911 Fax 0544.519.920

## DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

No. 0970-CPR-0255/CE/0202

AI SENSI DEL REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 574/2014

**1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:**

Cemento Portland al Calcare EN 197-1 CEM II/B-LL 32,5 R

**2. Usi previsti:**

Preparazione di calcestruzzo, malta, malta per iniezione o altre miscele per costruzione e alla fabbricazione di prodotti da costruzione, etc.

**3. Fabbricante:**

Cementerie Aldo Barbetti S.p.A.

Corso Garibaldi, 81 – 06024 Gubbio PG (Italia)

Sede Produttiva:

Via Baiona, 228 – 47100 Ravenna (Italia)

**4. Mandatario:**

Non applicabile

**5. Sistema di VVCP:**

Sistema 1+

**6a. Norma armonizzata:**

UNI EN 197-1:2011

Organismi notificati:

ITC-CNR notificato con il numero 0970, ha effettuato la determinazione di prodotto-tipo sulla base delle prove (compreso il campionamento), l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione della fabbrica, la sorveglianza, la valutazione e la verifica continue del controllo di produzione di fabbrica, e le prove di verifica di tipo dei campioni prelevati prima della immissione sul mercato del prodotto sotto il sistema 1+ e ha rilasciato il relativo certificato.

7. **Prestazioni dichiarate**

<b>Caratteristiche essenziali</b>	<b>Prestazione</b>
<i>Costituenti e composizione del cemento comune</i>	<i>CEM II/B-LL</i>
<i>Resistenza a compressione (normalizzata e iniziale)</i>	<i>32,5 R</i>
<i>Tempo di presa</i>	<i>Passa</i>
<i>Stabilità</i> <i>- Espansione</i> <i>- Contenuto di SO<sub>3</sub></i>	<i>Passa</i> <i>Passa</i>
<i>Contenuto di cloruro</i>	<i>Passa</i>

8. **Documentazione tecnica appropriata e/o documentazione tecnica specifica:**

Non applicabile

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate. La presente dichiarazione di prestazione viene emessa, in conformità al regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:

**Mauro Barbetti – Rappresentante della Direzione**

FIRMA  \_\_\_\_\_

Ravenna 16/01/2017

Rev 01

## 4 CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI MATERIALI TAL QUALI

Entrambi campioni, di cui si allegano le risultanze sperimentali, sono stati classificati in accordo alla UNI EN 11531-1 ed è stato calcolato il Coefficiente di Uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ), ove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono rispettivamente i diametri corrispondenti al 60% e al 10% di passante; inoltre sono stati valutati sia l'Indice di Portanza Immediato (IPI) e l'Indice CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua, su cui preventivamente sono stati valutati i valori di riferimento (densità secca e umidità ottimale) mediante Prova Proctor.

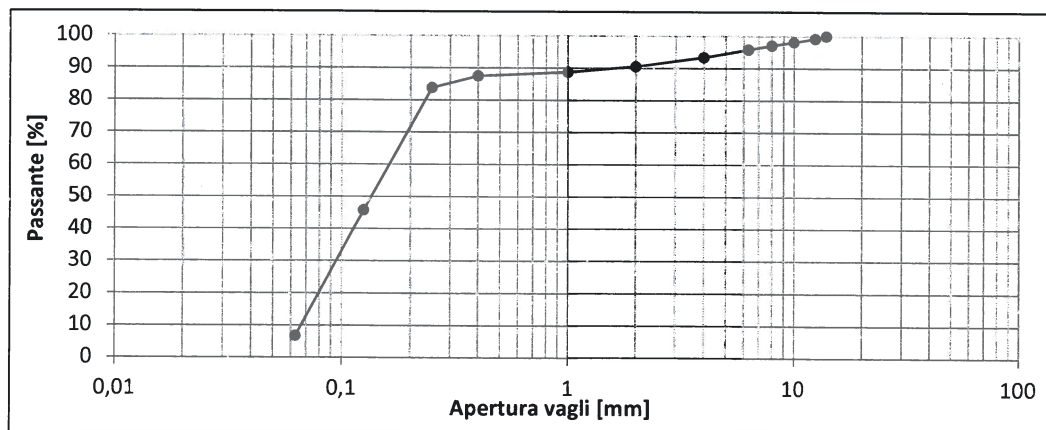
I valori dei parametri investigati sono riassunti nella seguente Tabella.

Materiale	CU	Classifica	IPI	CBR
Terra T.Q.	3,1	A3	15	6
Miscela (80% TERRA+20% MF)	3,0	A3	25	17

**Analisi granulometrica per setacciatura UNI EN 933-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Vibrosetacci elettrico (cod.1279) - Setacci UNI (cod.1018) - Bilancia (cod.1267) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Data prove:** 19/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103341-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

Apertura [mm]	Massa trattenuta [g]	Massa trattenuta [%]	Cumulativo trattenuto [%]	Passante [%]
14	0,0	0,0	0,0	100
12,5	10,4	0,8	0,8	99
10	14,2	1,1	1,9	98
8	13,6	1,1	3,0	97
6,3	16,0	1,2	4,2	96
4	31,0	2,4	6,6	93
2	36,3	2,8	9,5	91
1	23,5	1,8	11,3	89
0,4	16,0	1,2	12,6	87
0,25	46,2	3,6	16,2	84
0,125	488,1	38,1	54,2	46
0,063	500,8	39,1	93,3	6,7
Fondo	86,0	6,7	100,0	
Totale	1282,1			



$C_u = D_{60}/D_{10} \quad 3,1$

**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Dott. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Classificazione di una terra UNI EN 11531-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Bilancia (cod.1003) - Cucchiaino di Casagrande (cod.1067) - Set completo limiti di ritiro (cod.1069) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Data prove:** 19/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103342-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

**Analisi granulometrica per setacciatura - UNI EN 933-1**

Setacci [mm]	Trattenuto parziale		Trattenuto totale [%]	Passante totale [%]	Materiali caratteristici	
	[g]	[%]			[%]	[-]
2	121,5	9,5	9,5	91	9	GHIAIA
0,4	39,5	3,1	12,6	87	84	SABBIA
0,063	1035,1	80,7	93,3	6,7	7	LIMO - ARGILLA
Fondo	86,0	6,7	100,0			
Totale	1282,1	100,0				

**Determinazione dei limiti di Atterberg - UNI CEN ISO 17892-12**

Colpi	[N°]	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
Tara contenitore	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda umida	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda secca	[g]	-	-	-	-	-	-
Contenuto d'acqua	[%]	-	-	-	-	-	-

Limite liquido $W_L$ :	[%]	-
Limite plastico $W_p$ :	[%]	-
Indice plastico IP:	[%]	N.P.

Indice di gruppo IG:	[-]	0
----------------------	-----	---

**CLASSIFICA A3**

**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor UNI EN 13286-2**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzatura:** Pestello Proctor (cod. 1085) - Bilancia (cod. 1267) - Forno (cod. 1006a)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Data prove:** 19/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103343-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

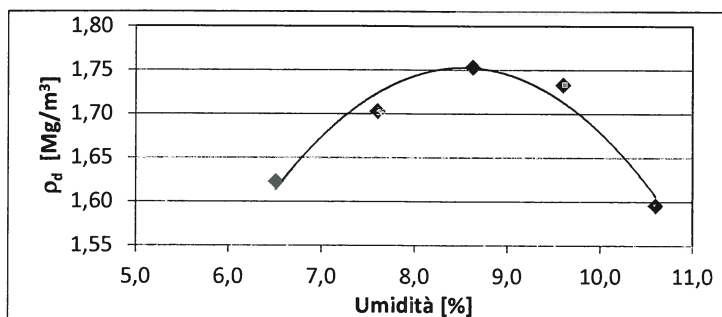
PROVINO	Strati	[N°]	5	Stampo B prospetto A.4	Diametro	[mm]	100,0
Conf. in laboratorio	Massa del pestello	[g]	4535		Altezza	[mm]	120,0
PROCEDIMENTO	Altezza di caduta	[mm]	457	Materiale	Volume	[ml]	942,5
Proctor Modificata	Colpi/strato	[N°]	25		$\varnothing_{max}$	[mm]	16

GRANULOMETRIA	Trattenuto [%]
63mm	-
31,5mm	-
16mm	-

Contenuto di acqua ottimale	[%]	8,5
Massa volumica a secco massima $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,75

UMIDITA'		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	520,4	969,0	562,4	344,2	362,2
Massa lorda asciutta	[g]	498,1	934,0	547,6	327,6	342,4
Massa dell'acqua	[g]	22,3	35,0	14,8	16,6	19,8
Tara	[g]	155,4	473,5	376,0	154,7	155,6
Massa netta asciutta	[g]	342,7	460,5	171,6	172,9	186,8
Umidità	[%]	6,5	7,6	8,6	9,6	10,6

COSTIPAMENTO		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	9102,0	9200,0	9268,5	9262,0	9136,0
Tara	[g]	7472,5	7473,0	7473,5	7471,5	7472,5
Massa netta umida	[g]	1629,5	1727,0	1795,0	1790,5	1663,5
Massa netta secca	[g]	1529,9	1605,0	1652,5	1633,7	1504,1
Massa volumica apparente $\rho$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,73	1,83	1,90	1,90	1,77
Massa volumica a secco $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,62	1,70	1,75	1,73	1,60



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

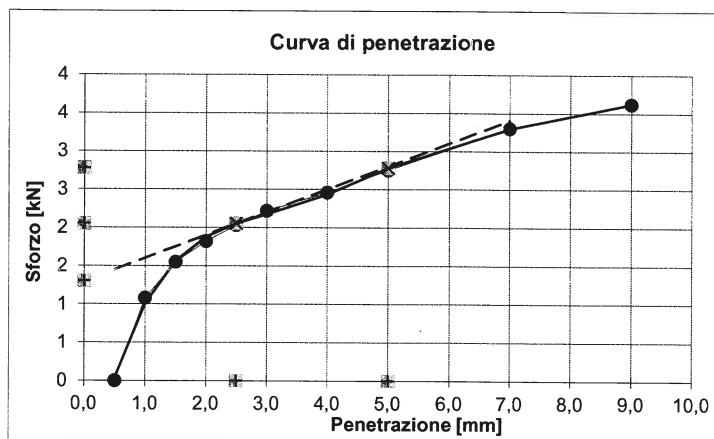
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Compattazione:** 26/04/2023  
**Data prove:** 26/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103344-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	8,6
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,89
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,74
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>15</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>14</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,00
1	1,08
1,5	1,55
2	1,82
2,5	2,03
3	2,22
4	2,46
5	2,75
7	3,30
9	3,62



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

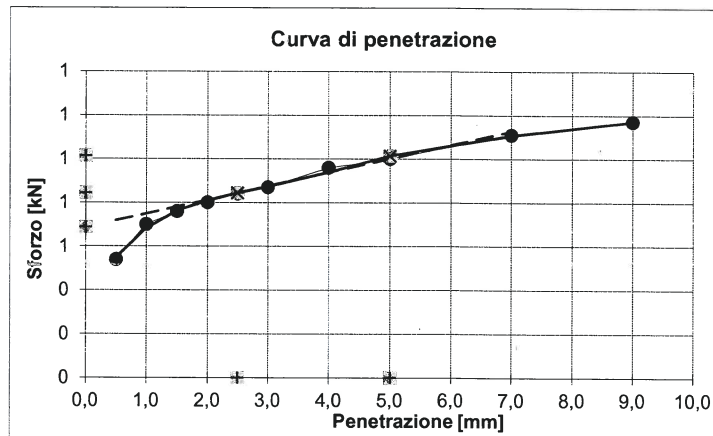
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento UNI  
 EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Compattazione:** 20/04/2023  
**Data prove:** 24/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103345-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	8,8
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,96
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,80
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	13,7
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>6</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>5</b>
<b>Limite CSA [%]:</b>	<b>-</b>

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,54
1	0,70
1,5	0,76
2	0,80
2,5	0,84
3	0,87
4	0,96
5	1,00
7	1,11
9	1,17



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

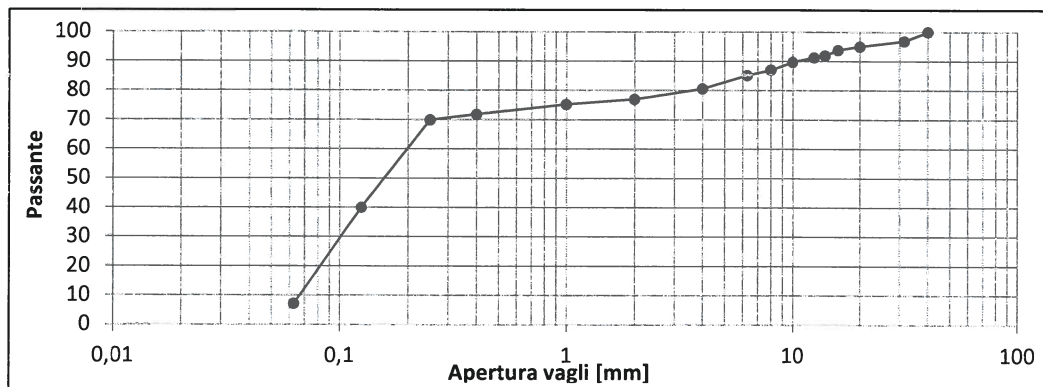
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci



**Analisi granulometrica per setacciatura UNI EN 933-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Vibrosetacci elettrico (cod.1279) - Setacci UNI (cod.1018) - Bilancia (cod.1267) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRA RILEVATI ESISTENTI + 20% MISTO FRANTUMATO  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Data prove:** 19/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103346-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

Apertura [mm]	Massa trattenuta [g]	Massa trattenuta [%]	Cumulativo trattenuto [%]	Passante [%]
40	0,0	0,0	0,0	100
31,5	328,6	3,1	3,1	97
20	201,4	1,9	5,0	95
16	127,2	1,2	6,2	94
14	190,8	1,8	8,0	92
12,5	74,2	0,7	8,7	91
10	169,6	1,6	10,3	90
8	286,2	2,7	13,0	87
6,3	190,8	1,8	14,8	85
4	487,5	4,6	19,4	81
2	381,5	3,6	23,0	77
1	190,8	1,8	24,8	75
0,4	360,4	3,4	28,2	72
0,25	201,4	1,9	30,1	70
0,125	3169,0	29,9	60,0	40
0,063	3476,3	32,8	92,8	7,2
Fondo	763,1	7,2	100,0	
Totale	10598,6			



$C_u = D_{60}/D_{10} = 3,0$

**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Classificazione di una terra UNI EN 11531-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Bilancia (cod.1003) - Cucchiaino di Casagrande (cod.1067) - Set completo limiti di ritiro (cod.1069) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRA RILEVATI ESISTENTI + 20% MISTO FRANTUMATO  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Data prove:** 19/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103347-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

**Analisi granulometrica per setacciatura - UNI EN 933-1**

Setacci [mm]	Trattenuto parziale		Trattenuto totale [%]	Passante totale [%]	Materiali caratteristici	
	[g]	[%]			[%]	[-]
2	2437,7	23,0	23,0	77	23	GHIAIA
0,4	551,1	5,2	28,2	72	70	SABBIA
0,063	6846,7	64,6	92,8	7,2	7	LIMO - ARGILLA
Fondo	763,1	7,2	100,0			
Totale	10598,6	100,0				

**Determinazione dei limiti di Atterberg - UNI CEN ISO 17892-12**

Colpi	[N°]	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
Tara contenitore	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda umida	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda secca	[g]	-	-	-	-	-	-
Contenuto d'acqua	[%]	-	-	-	-	-	-

Limite liquido $W_L$ :	[%]	-
Limite plastico $W_p$ :	[%]	-
Indice plastico IP:	[%]	N.P.

Indice di gruppo IG:	[-]	0
----------------------	-----	---

**CLASSIFICA A3**

**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor UNI EN 13286-2**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzatura:** Pestello Proctor (cod. 1085) - Bilancia (cod. 1267) - Forno (cod. 1006a)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRA RILEVATI ESISTENTI + 20% MISTO FRANTUMATO  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Data prove:** 20/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103348-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

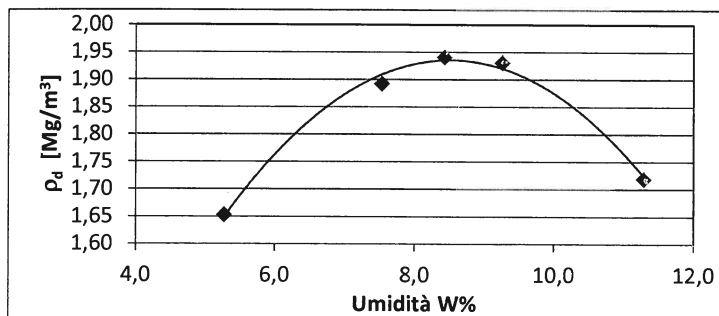
PROVINO	Strati	[N°]	5	Stampo B prospetto A.4	Diametro	[mm]	150,0
Conf. in laboratorio	Massa del pestello	[g]	4535		Altezza	[mm]	120,0
PROCEDIMENTO	Altezza di caduta	[mm]	457	Materiale	Volume	[ml]	2120,6
Proctor Modificata	Colpi/strato	[N°]	25		$\varnothing_{max}$	[mm]	16

GRANULOMETRIA	Trattenuto [%]
63mm	-
31,5mm	3,1
16mm	6,2

Contenuto di acqua ottimale	[%]	8,5
Massa volumica a secco massima $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,94

UMIDITA'		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	663,2	795,0	555,8	679,5	895,6
Massa lorda asciutta	[g]	635,0	753,8	522,6	635,1	825,6
Massa dell'acqua	[g]	28,2	41,2	33,2	44,4	70,0
Tara	[g]	100,5	206,6	128,9	155,9	205,8
Massa netta asciutta	[g]	534,5	547,2	393,7	479,2	619,8
Umidità	[%]	5,3	7,5	8,4	9,3	11,3

COSTIPAMENTO		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	16000,0	16625,0	16775,0	16785,0	16369,0
Tara	[g]	12310,0	12311,0	12311,5	12310,5	12310,5
Massa netta umida	[g]	3690,0	4314,0	4463,5	4474,5	4058,5
Massa netta secca	[g]	3505,1	4011,9	4116,4	4095,1	3646,6
Massa volumica apparente $\rho$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,74	2,03	2,10	2,11	1,91
Massa volumica a secco $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,65	1,89	1,94	1,93	1,72



**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

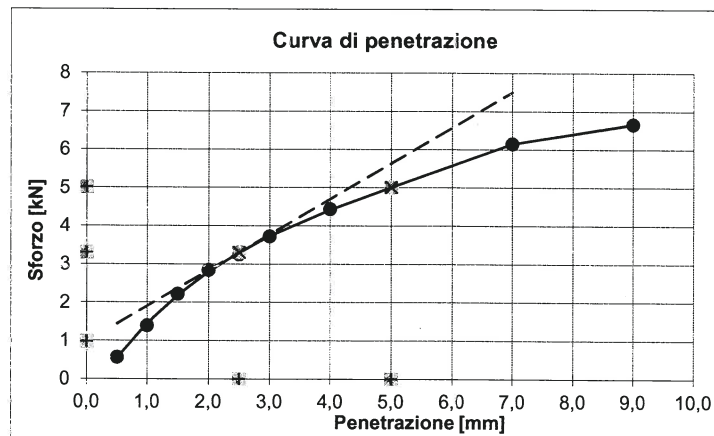
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRA RILEVATI ESISTENTI + 20% MISTO FRANTUMATO  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Compattazione:** 26/04/2023  
**Data prove:** 26/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103349-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	8,4
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,11
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,94
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>25</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>25</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,56
1	1,39
1,5	2,22
2	2,84
2,5	3,25
3	3,72
4	4,44
5	5,00
7	6,15
9	6,66



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

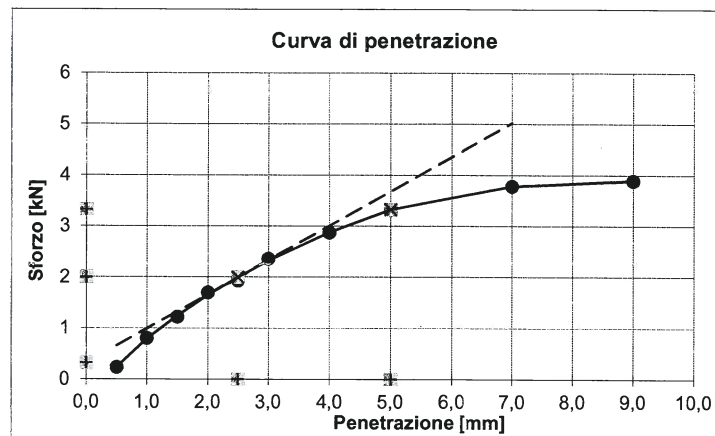
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **MISCELA: 80% TERRA RILEVATI ESISTENTI + 20% MISTO FRANTUMATO**  
**Consegna:** 18/04/2023  
**Compattazione:** 20/04/2023  
**Data prove:** 24/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 27/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103350-23 **Rev.00 del:** 27/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	8,6
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,09
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,92
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	11,2
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>15</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>17</b>
<b>Limite CSA [%]:</b>	<b>-</b>

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,23
1	0,80
1,5	1,22
2	1,70
2,5	1,93
3	2,36
4	2,87
5	3,32
7	3,78
9	3,89



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

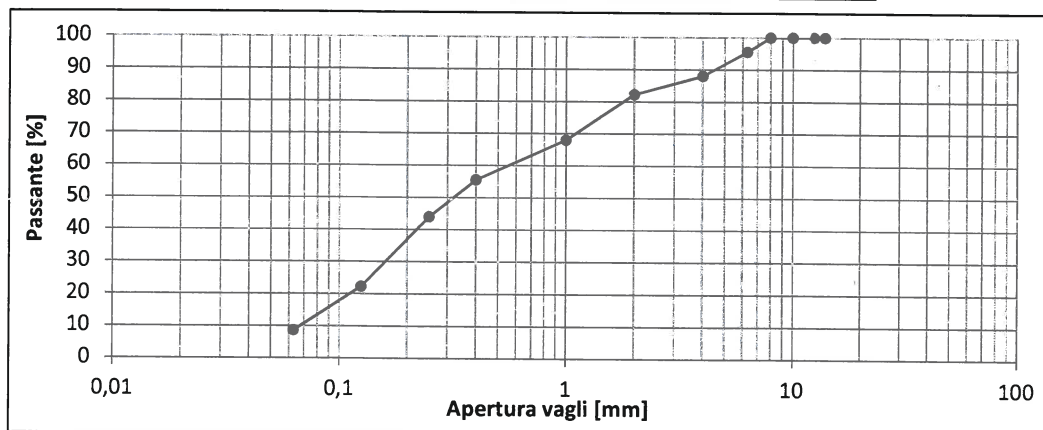
## **5 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO DEL RILEVATO**

Preliminarmente allo studio della miscela, sono state eseguite le prove finalizzate alla caratterizzazione chimico-fisica del campione di terreno costituente il rilevato delle rampe e del misto frantumato di integrazione: in particolare tali materiali sono stati classificati e sono state eseguite prove chimiche per verificare l'idoneità ad uno trattamento in sito con leganti idraulici.

**Analisi granulometrica per setacciatura UNI EN 933-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Vibrosetacci elettrico (cod.1279) - Setacci UNI (cod.1018) - Bilancia (cod.1267) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 27/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103061-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

Apertura [mm]	Massa trattenuta [g]	Massa trattenuta [%]	Cumulativo trattenuto [%]	Passante [%]
14	0,0	0,0	0,0	100
12,5	0,0	0,0	0,0	100
10	0,0	0,0	0,0	100
8	0,0	0,0	0,0	100
6,3	50,4	4,5	4,5	96
4	84,1	7,5	12,0	88
2	65,0	5,8	17,8	82
1	159,2	14,2	32,0	68
0,4	140,1	12,5	44,5	56
0,25	128,9	11,5	56,0	44
0,125	244,4	21,8	77,8	22
0,063	152,5	13,6	91,4	8,6
Fondo	96,4	8,6	100,0	
Totale	1121,0			



**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Classificazione di una terra UNI EN 11531-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Bilancia (cod.1003) - Cucchiaino di Casagrande (cod.1067) - Set completo limiti di ritiro (cod.1069) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 27/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103062-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

**Analisi granulometrica per setacciatura - UNI EN 933-1**

Setacci [mm]	Trattenuto parziale		Trattenuto totale [%]	Passante totale [%]	Materiali caratteristici	
	[g]	[%]			[%]	[-]
2	199,6	17,8	17,8	82	18	GHIAIA
0,4	299,3	26,7	44,5	55	74	SABBIA
0,063	525,7	46,9	91,4	8,6	9	LIMO - ARGILLA
Fondo	96,4	8,6	100,0			
Totale	1121,0	100,0				

**Determinazione dei limiti di Atterberg - UNI CEN ISO 17892-12**

		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
		[N°]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
Colpi	[N°]	-	-	-	-	-	-
Tara contenitore	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda umida	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda secca	[g]	-	-	-	-	-	-
Contenuto d'acqua	[%]	-	-	-	-	-	-

Limite liquido $W_L$ :	[%]	-
Limite plastico $W_p$ :	[%]	-
Indice plastico IP:	[%]	N.P.

Indice di gruppo IG:	[-]	0
----------------------	-----	---

**CLASSIFICA A3**

**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci



**Analisi chimica UNI EN 1744-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Campione:** **TERRENO RILEVATO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 05/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103063-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

Parametro	Unità di misura	Valore rilevato
Solfati solubili in acido	[% SO <sub>4</sub> ]	0,0442
Sostanza organica	[%]	0,9

**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

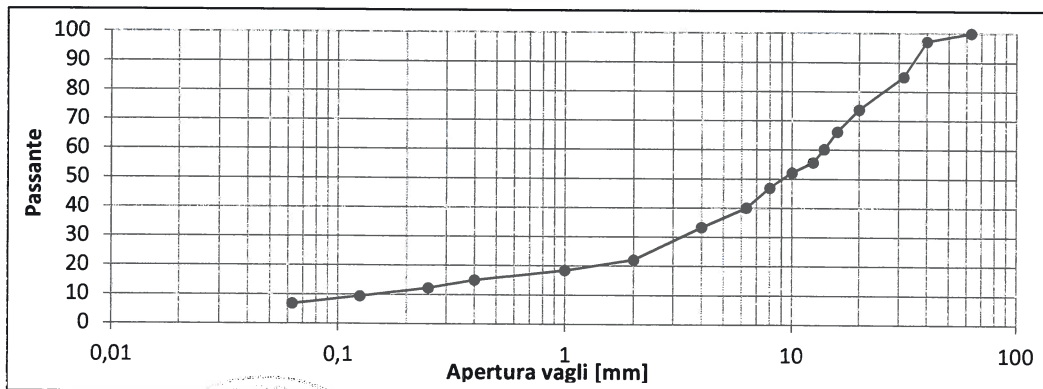
Il responsabile del laboratorio  
Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
Ing. Federico Bonci

**Analisi granulometrica per setacciatura UNI EN 933-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Vibrosetacci elettrico (cod.1279) - Setacci UNI (cod.1018) - Bilancia (cod.1267) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **MISTO FRANTUMATO "IMPIANTI CAVE ROMAGNA S.r.l."**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 27/03/2023  
**Commissa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103064-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

Apertura [mm]	Massa trattenuta [g]	Massa trattenuta [%]	Cumulativo trattenuto [%]	Passante [%]
63	0,0	0,0	0,0	100
40	482,0	2,8	2,8	97
31,5	2100,2	12,2	15,0	85
20	1928,0	11,2	26,2	74
16	1308,3	7,6	33,8	66
14	1032,9	6,0	39,8	60
12,5	791,9	4,6	44,4	56
10	602,5	3,5	47,9	52
8	895,2	5,2	53,1	47
6,3	1187,8	6,9	60,0	40
4	1153,4	6,7	66,7	33
2	1928,0	11,2	77,9	22
1	636,9	3,7	81,6	18
0,4	585,3	3,4	85,0	15
0,25	482,0	2,8	87,8	12
0,125	482,0	2,8	90,6	9
0,063	447,6	2,6	93,2	6,8
Fondo	1170,6	6,8	100,0	
Totale	17214,6			



**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Dott. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Classificazione di una terra UNI EN 11531-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Bilancia (cod.1003) - Cucchiaino di Casagrande (cod.1067) - Set completo limiti di ritiro (cod.1069) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** MISTO FRANTUMATO "IMPIANTI CAVE ROMAGNA S.r.l."  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 27/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103065-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

**Analisi granulometrica per setacciatura - UNI EN 933-1**

Setacci [mm]	Trattenuto parziale		Trattenuto totale [%]	Passante totale [%]	Materiali caratteristici	
	[g]	[%]			[%]	[-]
2	13410,2	77,9	77,9	22	78	GHIAIA
0,4	1222,2	7,1	85,0	15	15	SABBIA
0,063	1411,6	8,2	93,2	6,8	7	LIMO - ARGILLA
Fondo	1170,6	6,8	100,0			
Totale	17214,6	100,0				

**Determinazione dei limiti di Atterberg - UNI CEN ISO 17892-12**

		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
		[N°]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
Colpi	[N°]	-	-	-	-	-	-
Tara contenitore	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda umida	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda secca	[g]	-	-	-	-	-	-
Contenuto d'acqua	[%]	-	-	-	-	-	-

Limite liquido $W_L$ :	[%]	-
Limite plastico $W_p$ :	[%]	-
Indice plastico IP:	[%]	N.P.

Indice di gruppo IG:	[-]	0
----------------------	-----	---

**CLASSIFICA A1-a**

**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

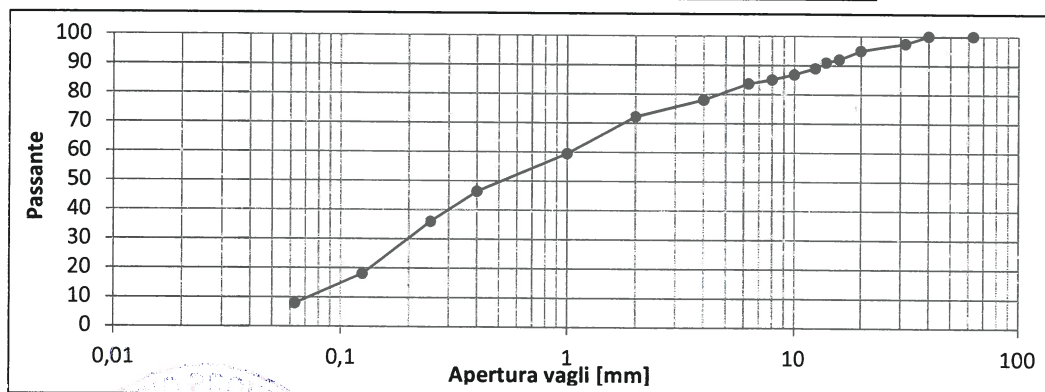
Il responsabile del laboratorio  
 Dott. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Analisi granulometrica per setacciatura UNI EN 933-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Vibrosetacci elettrico (cod.1279) - Setacci UNI (cod.1018) - Bilancia (cod.1267) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **MISCELA: 80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 27/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103066-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

Apertura [mm]	Massa trattenuta [g]	Massa trattenuta [%]	Cumulativo trattenuto [%]	Passante [%]
63	0,0	0,0	0,0	100
40	0,0	0,0	0,0	100
31,5	331,4	2,5	2,5	98
20	331,4	2,5	5,0	95
16	397,6	3,0	8,0	92
14	132,5	1,0	9,0	91
12,5	265,1	2,0	11,0	89
10	291,6	2,2	13,2	87
8	238,6	1,8	15,0	85
6,3	172,3	1,3	16,3	84
4	755,5	5,7	22,0	78
2	768,8	5,8	27,8	72
1	1683,4	12,7	40,5	60
0,4	1736,4	13,1	53,6	46
0,25	1378,5	10,4	64,0	36
0,125	2385,9	18,0	82,0	18
0,063	1338,7	10,1	92,1	7,9
Fondo	1047,1	7,9	100,0	
Totale	13254,8			



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Classificazione di una terra UNI EN 11531-1**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Bilancia (cod.1003) - Cucchiaino di Casagrande (cod.1067) - Set completo limiti di ritiro (cod.1069) - Forno (cod.1006b)  
**Campione:** **MISCELA: 80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 27/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103067-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

**Analisi granulometrica per setacciatura - UNI EN 933-1**

Setacci [mm]	Trattenuto parziale		Trattenuto totale [%]	Passante totale [%]	Materiali caratteristici	
	[g]	[%]			[%]	[-]
2	3684,9	27,8	27,8	72	28	GHIAIA
0,4	3419,7	25,8	53,6	46	64	SABBIA
0,063	5103,1	38,5	92,1	7,9	8	LIMO - ARGILLA
Fondo	1047,1	7,9	100,0			
Totale	13254,8	100,0				

**Determinazione dei limiti di Atterberg - UNI CEN ISO 17892-12**

		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
		[N°]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
Colpi	[N°]	-	-	-	-	-	-
Tara contenitore	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda umida	[g]	-	-	-	-	-	-
Massa lorda secca	[g]	-	-	-	-	-	-
Contenuto d'acqua	[%]	-	-	-	-	-	-

Limite liquido $W_L$ :	[%]	-
Limite plastico $W_p$ :	[%]	-
Indice plastico IP:	[%]	N.P.
Indice di gruppo IG:	[-]	0

**CLASSIFICA A1-b**

**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

## 6 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA MISCELA

Il terreno campionato, rappresentativo del terreno che costituisce le rampe esistenti, è stato classificato come appartenente al gruppo A3 (Sabbia fina)  $I_p = 0$  (non plastica) con contenuto di sostanza organica e di solfati inferiore rispettivamente al 2% e all'1% (vedi Rapporto di prova N° 103063-23), mentre il misto frantumato di integrazione è stato classificato come appartenente al gruppo A1-a (Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa) con  $I_p = 0$ .

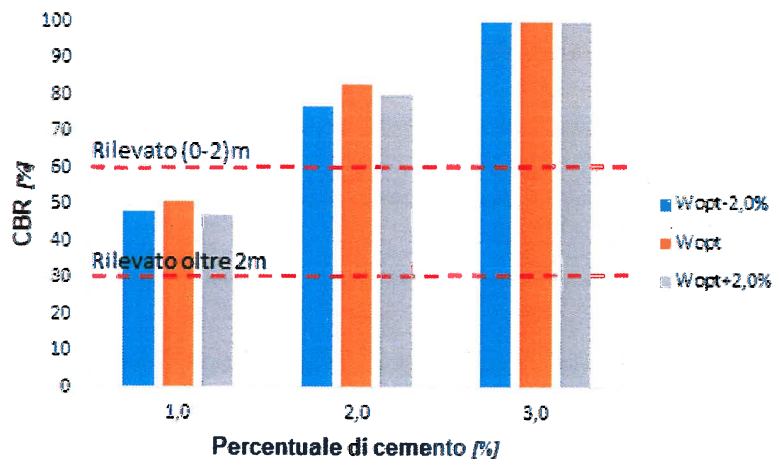
La miscela investigata, corretta con aggregato riciclato in ragione del 20% (80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO), è stata classificata come appartenente al gruppo A1-b con  $I_p = 0$  (vedi Rapporto di Prova N° 103067-23) condizione per la quale il Capitolato prevede la stabilizzazione in sito a cemento fine di ottenere un'adeguata capacità portante e stabilità all'azione dell'acqua e del gelo.

Lo studio ha previsto la determinazione dell'Indice di Portanza CBR dopo sette giorni di stagionatura e quattro di imbibizione in acqua al variare del contenuto di legante idraulico (cemento) e al variare del quantitativo di acqua ottimale individuato preliminarmente mediante studio Proctor con energia AASHO Modificata. Infine sono state valutate le curve dell'Indice CBR nel campo delle umidità accettabili ( $\pm 2,0\%$ ) rispetto al valore ottimale.

I risultati sperimentali ottenuti, i cui rapporti di prova sono allegati al Capitolo 6 del presente documento, sono riassunti nella tabella riepilogativa proposta qui in calce.

%cemento [%]	$\gamma_{d,max}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	$W_{OPT}$ [%]	CBR [%]	Rigonf. [%]	CBR <sub>-2,0%</sub> [%]	CBR <sub>+2,0%</sub> [%]
1,0	1,91	7,3	51	–	48	47
2,0	1,89	8,9	83	–	77	80
3,0	1,88	9,7	> 100	–	> 100	> 100

Infine si riportano sotto forma di grafico i valori dell'Indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo quattro giorni ottenuti in tutto il campo delle umidità accettabili nei controlli di esecuzione.



Dall'analisi dei risultati sia sui materiali tal quali che su quelli con l'aggiunta di cemento si rileva quanto segue:

- o entrambe le miscele tal quali indagate sono risultate essere classificate come A3 (Sabbia fina) con coefficiente di uniformità pari a circa 3, e indice CBR pari rispettivamente a 6% e 17%, pertanto non risultano essere conformi con quanto prescritto nel Capitolato Speciale d'Appalto e quindi si prevede la stabilizzazione in sito a cemento. D'altra parte la nota correlazione  $M_d = 10 \text{ CBR (kg/cm}^2\text{)}$  evidenzia che il dato sperimentale riportato nella precedente tabella lascia ampia evidenza all'impossibilità di garantire con i materiali testati una portanza dello strato superiore a 20 MPa come richiesto nelle norme tecniche di appalto. Dunque né il terreno tal quale né tantomeno la miscela proposta possono soddisfare i requisiti di portanza richiesti;
- o la miscela con l' **1,0% di cemento** dosato rispetto al peso della miscela garantisce valori di Indice CBR accettabili per altezze di rilevato oltre i 2 metri *"il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura"*

*e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%”;*

- la miscela con il **2,0% di cemento** dosato rispetto al peso della miscela garantisce valori di Indice CBR accettabili per altezze di rilevato da 0 a 2 metri *“il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,0%”.*

Ricapitolando, si riportano di seguito i dosaggi dei leganti e le umidità ottimali di compattazione per entrambe le casistiche individuate nel presente documento, per uno spessore di trattamento in sito pari a 40 cm.

#### ALTEZZE DI RILEVATO OLTRE I 2 METRI

- **8cm circa** MISTO FRANTUMATO “IMPIANTI CAVE ROMAGNA S.r.l.”;
- **8,0 kg/m<sup>2</sup>** cemento 32,5R “Cementerie Aldo Barbetti S.p.A.”;
- **Umidità del terreno al momento della stabilizzazione pari a 7,3%.**

#### ALTEZZE DI RILEVATO DA 0 A 2 METRI

- **8cm circa** MISTO FRANTUMATO “IMPIANTI CAVE ROMAGNA S.r.l.”;
- **15,5 kg/m<sup>2</sup>** cemento 32,5R “Cementerie Aldo Barbetti S.p.A.”;
- **Umidità del terreno al momento della stabilizzazione pari a 8,9%.**



## 7 RISULTANZE SPERIMENTALI DELLE MISCELE INDAGATE

**Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor UNI EN 13286-2**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzatura:** Pestello Proctor (cod. 1085) - Bilancia (cod. 1267) - Forno (cod. 1006a)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 1,0% CEMENTO  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 28/03/2023  
**Commissa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103068-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

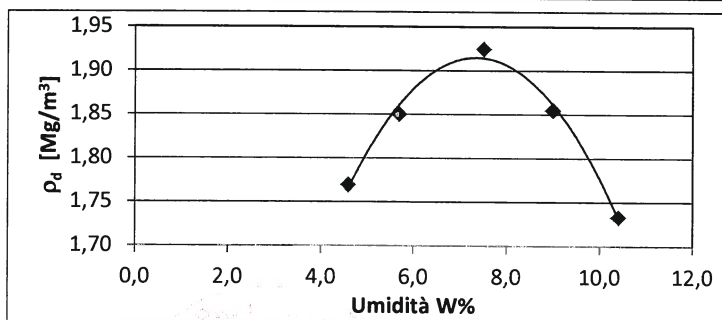
PROVINO	Strati	[N°]	5	Stampo B prospetto A.4	Diametro	[mm]	150,0
Conf. in laboratorio	Massa del pestello	[g]	4535		Altezza	[mm]	120,0
PROCEDIMENTO	Altezza di caduta	[mm]	457	Materiale	Volume	[ml]	2121
Proctor Modificata	Colpi/strato	[N°]	25		$\varnothing_{max}$	[mm]	40

GRANULOMETRIA	Trattenuto [%]
63mm	-
31,5mm	2,5
16mm	8

Contenuto di acqua ottimale	[%]	7,3
Massa volumica a secco massima $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,91

UMIDITA'		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	425,9	559,8	314,0	897,0	554,9
Massa lorda asciutta	[g]	412,7	541,0	299,1	841,3	516,6
Massa dell'acqua	[g]	13,2	18,8	14,9	55,7	38,3
Tara	[g]	124,3	209,4	100,6	222,8	147,9
Massa netta asciutta	[g]	288,4	331,6	198,5	618,5	368,7
Umidità	[%]	4,6	5,7	7,5	9,0	10,4

COSTIPAMENTO		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	16235,0	16458,0	16698,0	16598,0	16369,0
Tara	[g]	12311,0	12311,5	12310,0	12310,0	12312,0
Massa netta umida	[g]	3924,0	4146,5	4388,0	4288,0	4057,0
Massa netta secca	[g]	3752,2	3923,6	4081,1	3933,9	3674,8
Massa volumica apparente $\rho$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,85	1,96	2,07	2,02	1,91
Massa volumica a secco $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,77	1,85	1,92	1,86	1,73



**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

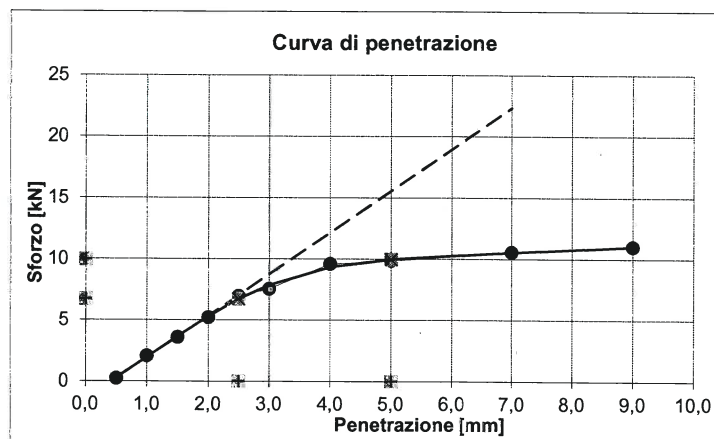
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 1,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commissa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103069-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	7,4
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,04
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,90
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	9,9
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>51</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>50</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,23
1	2,06
1,5	3,60
2	5,21
2,5	6,96
3	7,55
4	9,58
5	9,86
7	10,55
9	11,00



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Barducci

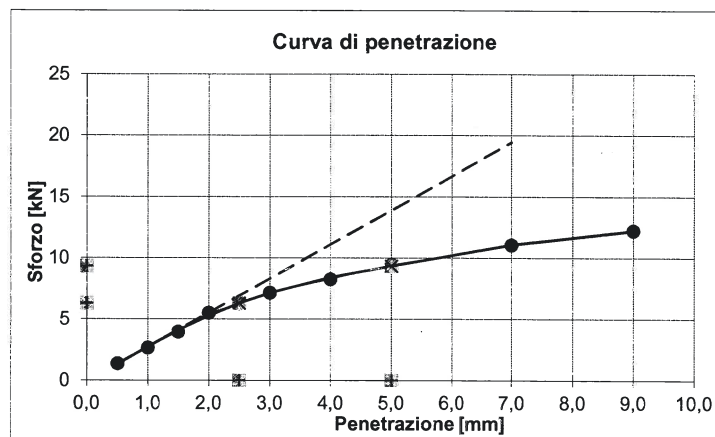
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 1,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103070-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	5,6
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,93
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,83
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	7,9
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>48</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>47</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	1,35
1	2,66
1,5	3,95
2	5,50
2,5	6,28
3	7,15
4	8,26
5	9,45
7	11,05
9	12,22



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Dott. Francesco Balducci

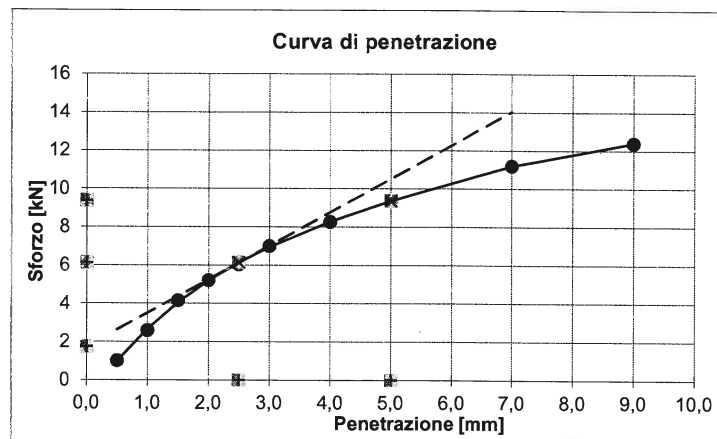
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 1,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103071-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	8,5
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,04
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,88
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	10,3
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>46</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>47</b>
<b>Limite CSA [%]:</b>	<b>-</b>

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	1,00
1	2,58
1,5	4,15
2	5,20
2,5	6,03
3	7,00
4	8,26
5	9,37
7	11,20
9	12,39



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor UNI EN 13286-2**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzatura:** Pestello Proctor (cod. 1085) - Bilancia (cod. 1267) - Forno (cod. 1006a)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 2,0% CEMENTO  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 28/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103072-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

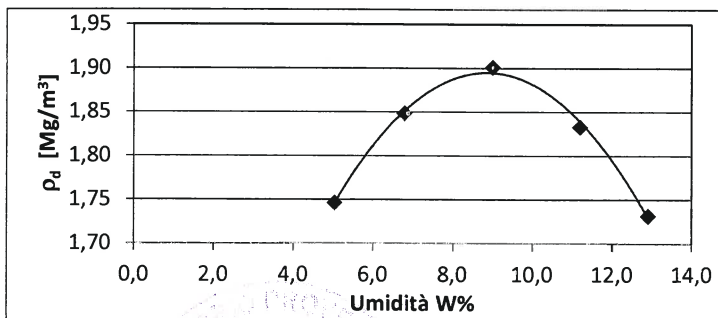
PROVINO	Strati	[N°]	5	Stampo B prospetto A.4	Diametro	[mm]	150,0
Conf. in laboratorio	Massa del pestello	[g]	4535		Altezza	[mm]	120,0
PROCEDIMENTO	Altezza di caduta	[mm]	457	Materiale	Volume	[ml]	2121
Proctor Modificata	Colpi/strato	[N°]	25		$\varnothing_{max}$	[mm]	40

GRANULOMETRIA	Trattenuto [%]
63mm	-
31,5mm	2,5
16mm	8,0

Contenuto di acqua ottimale	[%]	8,9
Massa volumica a secco massima $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,89

UMIDITA'		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	555,0	329,8	456,8	512,8	638,0
Massa lorda asciutta	[g]	541,3	315,0	429,4	478,2	582,9
Massa dell'acqua	[g]	13,7	14,8	27,4	34,6	55,1
Tara	[g]	268,5	97,8	125,8	169,7	155,6
Massa netta asciutta	[g]	272,8	217,2	303,6	308,5	427,3
Umidità	[%]	5,0	6,8	9,0	11,2	12,9

COSTIPAMENTO		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	16200,5	16498,0	16706,0	16635,0	16457,0
Tara	[g]	12310,0	12312,0	12311,5	12312,5	12311,0
Massa netta umida	[g]	3890,5	4186,0	4394,5	4322,5	4146,0
Massa netta secca	[g]	3703,8	3919,5	4031,3	3887,1	3672,3
Massa volumica apparente $\rho$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,83	1,97	2,07	2,04	1,96
Massa volumica a secco $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,75	1,85	1,90	1,83	1,73



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Barducci

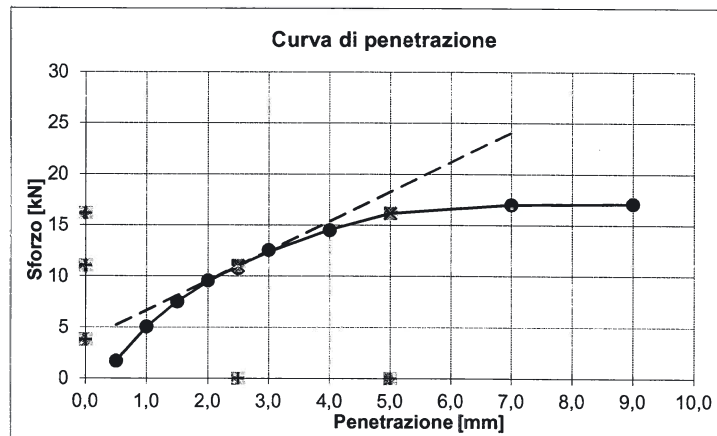
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 2,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103073-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	9,0
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,05
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,88
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	11,2
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>83</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>81</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	1,68
1	5,05
1,5	7,49
2	9,55
2,5	10,78
3	12,54
4	14,50
5	16,17
7	17,00
9	17,09



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Sig. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
UNI EN 13286-47**

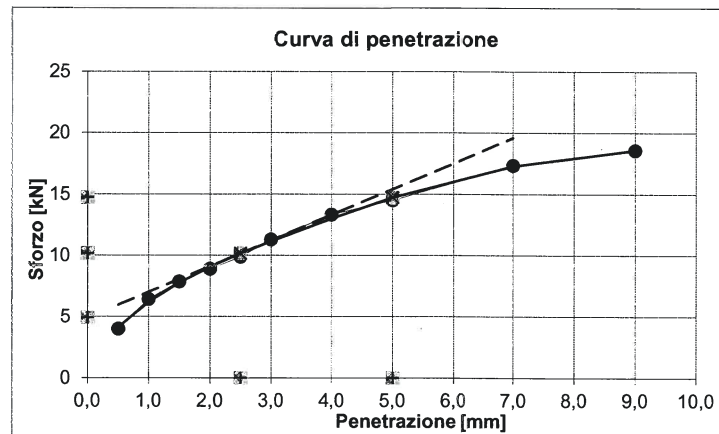
**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1

**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)

**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 2,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103074-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	6,7
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,98
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,85
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	9,0
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>77</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>74</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	3,99
1	6,41
1,5	7,84
2	8,89
2,5	9,88
3	11,29
4	13,30
5	14,49
7	17,32
9	18,57



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
Ing. Federico Bonci

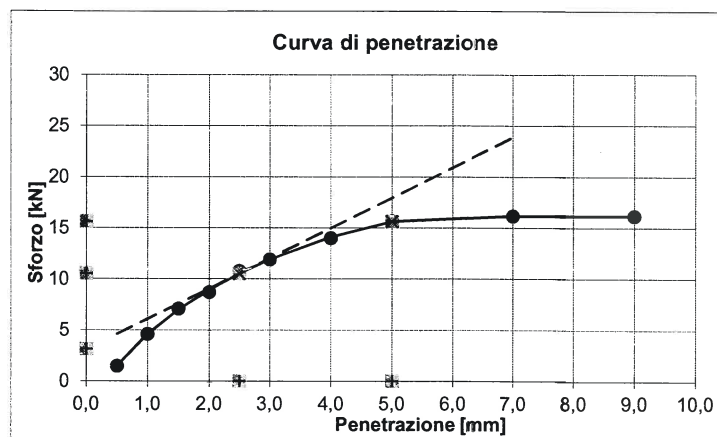


**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 2,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103075-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	11,1
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,04
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,83
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	13,7
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>80</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>78</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	1,47
1	4,60
1,5	7,07
2	8,69
2,5	10,76
3	11,90
4	14,00
5	15,68
7	16,15
9	16,17



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor UNI EN 13286-2**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzatura:** Pestello Proctor (cod. 1085) - Bilancia (cod. 1267) - Forno (cod. 1006a)  
**Campione:** MISCELA: 80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 3,0% CEMENTO  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Data prove:** 29/03/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103076-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

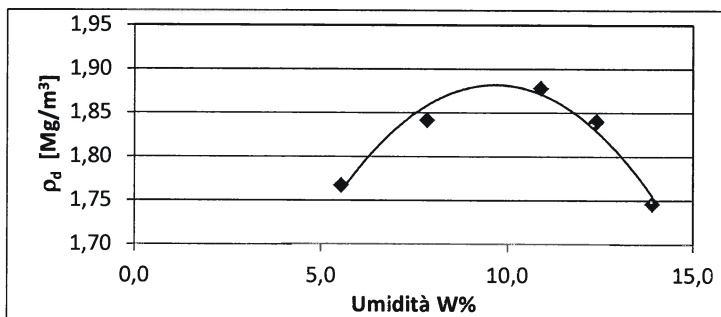
PROVINO	Strati	[N°]	5	Stampo B prospetto A.4	Diametro	[mm]	150,0
Conf. in laboratorio	Massa del pestello	[g]	4535		Altezza	[mm]	120,0
PROCEDIMENTO	Altezza di caduta	[mm]	457	Materiale	Volume	[m]	2121
Proctor Modificata	Colpi/strato	[N°]	25		$\varnothing_{max}$	[mm]	40

GRANULOMETRIA	Trattenuto [%]
63mm	-
31,5mm	2,5
16mm	8,0

Contenuto di acqua ottimale	[%]	9,7
Massa volumica a secco massima $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,88

UMIDITA'		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	313,0	715,8	627,8	587,9	444,6
Massa lorda asciutta	[g]	300,7	683,2	587,2	534,2	413,2
Massa dell'acqua	[g]	12,2	32,6	40,6	53,7	31,4
Tara	[g]	80,3	268,5	214,4	100,8	187,5
Massa netta asciutta	[g]	220,4	414,7	372,8	433,4	225,7
Umidità	[%]	5,5	7,9	10,9	12,4	13,9

COSTIPAMENTO		1	2	3	4	5
Massa lorda umida	[g]	16268,0	16524,0	16728,0	16698,0	16529,5
Tara	[g]	12312,0	12311,0	12310,5	12311,5	12312,0
Massa netta umida	[g]	3956,0	4213,0	4417,5	4386,5	4217,5
Massa netta secca	[g]	3748,3	3906,0	3983,3	3902,6	3702,8
Massa volumica apparente $\rho$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,87	1,99	2,08	2,07	1,99
Massa volumica a secco $\rho_d$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,77	1,84	1,88	1,84	1,75



**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

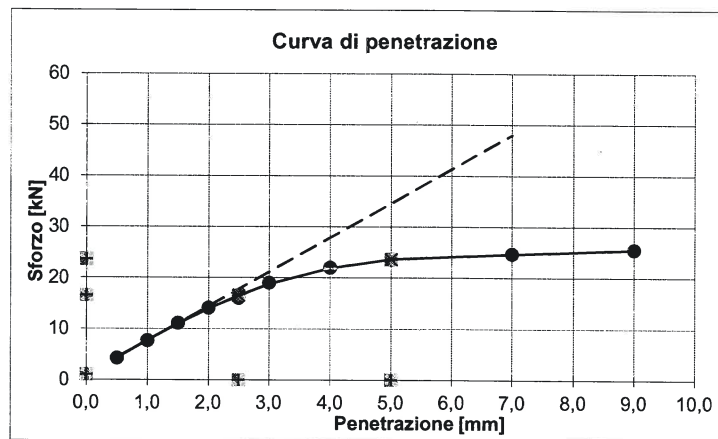
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 3,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103077-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	10,0
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,06
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,87
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	11,0
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>&gt; 100</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>&gt; 100</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	4,25
1	7,68
1,5	11,11
2	14,08
2,5	16,00
3	19,00
4	22,00
5	23,56
7	24,69
9	25,54



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

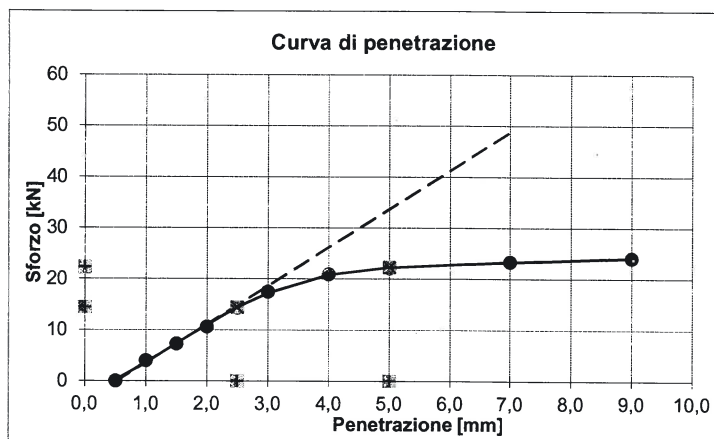
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 3,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103078-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	7,4
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,99
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,85
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	9,9
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>&gt; 100</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>&gt; 100</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,00
1	4,00
1,5	7,26
2	10,60
2,5	14,35
3	17,50
4	20,90
5	22,10
7	23,33
9	24,10



**N.B:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Geom. Francesco Balducci

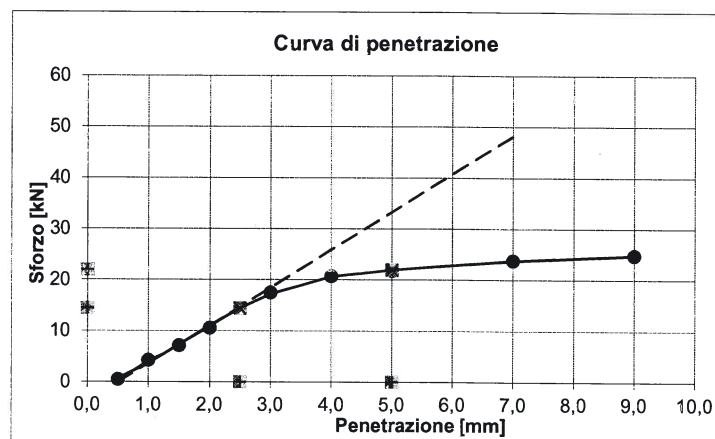
Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci

**Determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento  
 UNI EN 13286-47**

**Committente:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Indirizzo:** Via Emilia, 113 - 47921 Rimini (RN)  
**Impresa:** Società Cooperativa Braccianti Riminese  
**Cantiere:** Tangenziale di Ravenna  
**Opera:** Lavori di potenziamento della S.S. 309 dir e di miglioramento del collegamento con la S.S. 16 e S.S. 309 - Interventi di adeguamento della Tangenziale di Ravenna - Stralcio 4 - Lotto 1  
**Attrezzature:** Pestello Proctor (cod.1085) - Bilancia (cod.1331) - Forno (cod.1006a) - Pressa (cod.1007) - Comparatore centesimale (cod.1083)  
**Campione:** **80% TERRENO RILEVATO + 20% MISTO FRANTUMATO + 3,0% CEMENTO**  
**Consegna:** 23/03/2023  
**Compattazione:** 31/03/2023  
**Data prove:** 11/04/2023  
**Commessa:** 4619-23 **Data:** 12/04/2023  
**Rapporto di prova N°:** 103079-23 **Rev.00 del:** 12/04/2023

DATI PROVINO:	
Modalità di compattazione: PROCTOR MODIFICATA (UNI EN 13286-2)	
Umidità al momento di compattazione [%]:	11,9
Massa volumica apparente umida [Mg/m <sup>3</sup> ]:	2,06
Massa volumica apparente secca [Mg/m <sup>3</sup> ]:	1,84
Provino immerso in acqua per 96h a 20°C	
Umidità dopo immersione [%]:	13,7
Rigonfiamento [%]:	0,00
<b>INDICE CBR 2,5 mm [%]:</b>	<b>&gt; 100</b>
<b>INDICE CBR 5 mm [%]:</b>	<b>&gt; 100</b>
Limite CSA [%]:	-

Penetrazione [mm]	Sforzo [kN]
0,5	0,42
1	4,25
1,5	7,10
2	10,55
2,5	14,44
3	17,50
4	20,70
5	21,80
7	23,79
9	24,80



**N.B.:** Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Il tecnico di laboratorio  
 Dott. Paolo Cauti

Il responsabile del laboratorio  
 Ing. Francesco Balducci

Il direttore del laboratorio strade  
 Ing. Federico Bonci