



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

CUP F2602000340001

CIG 652449686B



GARA CA 08/15 - NUOVA SS 554 CAGLIARITANA

ADEGUAMENTO DELL'ASSE ATTREZZATO URBANO ED ELIMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO DAL KM 1+500 AL KM 11+850



Pregio tecnico



Caratteristiche ambientali



Cantierizzazione e fasi di lavoro

OFFERTA TECNICA

ASSE STRADALE PRINCIPALE

CANTIERIZZAZIONE

PIANO DI GESTIONE MATERIE

Piano Indagini Ambientali integrativo - Relazione descrittiva

CODICE PROGETTO			CODICE ELABORATO					SCALA	DATA	CODICE ELABORATO DI OFFERTA
progetto	liv.	numero	campo 1	campo 2	campo 3	campo 4	rev			
D P C A 0 6	D	1 5 0 1	T 0 0	C A 0 6	C A N	R E 0 3	B	-	07/12/2017	

CONCORRENTE:



PROGETTISTA INDICATO COSTITUENDO R.T.P.

Capogruppo Mandataria R.T.P.



Mandante



Mandante

ING. FRANCESCA LEO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
FRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paolo Cucino

RESPONSABILE ELABORATO

Ing. Paolo Cucino

INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	Descrizione delle opere in progetto	2
2	NORMATIVA	3
2.1	Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione"	3
2.2	Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali"	4
2.3	Art. 4. Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti	5
3	INDAGINI PREGRESSE	7
3.1	Indagine conoscitiva dell'area di intervento	7
3.2	Indagini ambientali effettuate	8
4	PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI	12
4.1	Criteri per la scelta della posizione dei sondaggi	15
4.2	Criteri per la scelta del set di parametri di indagine	16
4.3	Criteri per la scelta dell'effettuazione del test di cessione	16
4.4	Modalità di campionamento	16
4.5	Necessità o meno di ulteriori approfondimenti in corso d'opera	17

1 PREMESSA

La presente relazione integra il Piano di Utilizzo redatto per il progetto dell'adeguamento stradale dell'esistente SS 554 "Cagliaritana", che si sviluppa dal km 1+500 allo svincolo per la SS 125 (km 11+850), ad una sezione stradale tipo B extraurbana principale.

1.1 Descrizione delle opere in progetto

L'infrastruttura oggetto del presente Progetto Definitivo, è costituita da un tratto di strada tipo B extraurbana di lunghezza pari a circa 10340 m, che si svilupperà in corrispondenza della attuale sede della SS 554, con direzione Ovest - Est, nella zona a Nord del centro abitato di Cagliari.

Le opere comprese nel Progetto Definitivo sono suddivise, secondo il bando ANAS in due distinti lotti funzionali:

- I° Lotto funzionale (da progr. 1+500 a progr. 7+100): sarà oggetto dell'Appalto di esecuzione e di progettazione esecutiva, da parte dell'aggiudicatario della gara;
- II° Lotto funzionale (da progr. 7+100 a progr. 11+850): non sarà oggetto dell'Appalto di esecuzione e di progettazione esecutiva, ma soltanto della fase di progettazione definitiva in gara.

Il tracciato stradale principale verrà realizzato per adeguamento in sede dell'attuale infrastruttura, con allargamento della sezione stradale esistente SS 554, dalla progressiva iniziale fino alla progressiva 10+500 circa, dove la direzione principale per Villasimius e la Sardegna sud – orientale verrà indirizzata per i rimanenti 1350 m compresi nel lotto, sulla attuale strada statale SS 125, riconfigurando l'ultimo tratto della attuale SS 554 come svincolo in uscita verso la direzione Poetto/Quartu Sant'Elena.

Il progetto comprende anche 8 svincoli principali, con l'eliminazione di tutte le intersezioni a raso esistenti e la realizzazione di svincoli su piani sfalsati, di 9 viabilità di servizio complanari, e di numerosi tratti di adeguamento della viabilità esistente limitrofa.

Sono previste inoltre importanti opere idrauliche a salvaguardia della nuova infrastruttura, quali canali idraulici e sistemi di vasche di laminazione, dimensionati allo scopo di abbattere la pericolosità idraulica, che risulta allo stato attuale molto elevata su lunghi tratti del tracciato principale.

Il sito di produzione delle terre e rocce da scavo è tutto il cantiere dell'infrastruttura.

2 NORMATIVA

Le principali norme riguardanti le terre e rocce da scavo sono le seguenti:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- DM 10 agosto 2012, n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo"
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164".

Il recente D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 aggiorna e sostituisce il DM 10 agosto 2012, n. 161, che viene abrogato e resta in vigore solo per quei progetti il cui iter di approvazione era già stato avviato al momento dell'entrata in vigore della nuova norma. Per quanto riguarda il campionamento e le indagini ambientali, le due norme non differiscono in modo sostanziale, per cui nella presente relazione si fa riferimento al nuovo DPR 120.

Si riportano di seguito alcuni estratti del DPR 120.

2.1 Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione"

La caratterizzazione ambientale è eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio.

(...)

Il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente.

<i>Dimensione dell'area</i>	<i>Punti di prelievo</i>
<i>Inferiore a 2.500 metri quadri</i>	<i>3</i>
<i>Tra 2.500 e 10.000 metri quadri</i>	<i>3 + 1 ogni 2.500 metri quadri</i>
<i>Oltre i 10.000 metri quadri</i>	<i>7 + 1 ogni 5.000 metri quadri</i>

Tabella 2.1

Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato ovvero ogni 2.000 metri lineari in caso di studio di fattibilità o di progetto di fattibilità tecnica ed economica, salva diversa previsione del piano di utilizzo, determinata da particolari situazioni locali, quali, la tipologia di attività antropiche svolte nel sito; in ogni caso è effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.

(...)

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

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

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione delle terre e rocce da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

In genere i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali delle terre e rocce da scavo sono prelevati come campioni compositi per ogni scavo esplorativo o sondaggio in relazione alla tipologia ed agli orizzonti individuati.

Nel caso di scavo esplorativo, al fine di considerare una rappresentatività media, si prospettano le seguenti casistiche:

- campione composito di fondo scavo;
- campione composito su singola parete o campioni compositi su più pareti in relazione agli orizzonti individuabili e/o variazioni laterali.

Nel caso di sondaggi a carotaggio il campione è composto da più spezzoni di carota rappresentativi dell'orizzonte individuato al fine di considerare una rappresentatività media.

I campioni volti all'individuazione di eventuali contaminazioni ambientali (come nel caso di evidenze organolettiche) sono prelevati con il criterio puntuale.

Qualora si riscontri la presenza di materiale di riporto, non essendo nota l'origine dei materiali inerti che lo costituiscono, la caratterizzazione ambientale, prevede:

- l'ubicazione dei campionamenti in modo tale da poter caratterizzare ogni porzione di suolo interessata dai materiali di riporto, data la possibile eterogeneità verticale ed orizzontale degli stessi;
- la valutazione della percentuale in peso degli elementi di origine antropica.

2.2 Allegato 4 Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali"

Il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati

all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.

(...)

Tabella 4.1 Set analitico minimale:

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)

(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

I risultati delle analisi sui campioni sono confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

2.3 Art. 4. Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti

(...)

3. Nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'allegato 10. Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui al comma 2, lettera d), le matrici materiali di riporto sono sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti



non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

3 INDAGINI PREGRESSE

Il piano di campionamento e analisi, come previsto dalla normativa, è progettato in base all'indagine conoscitiva dell'area di intervento e delle indagini pregresse.

Si riporta quindi una breve sintesi dell'indagine conoscitiva e delle analisi ambientali effettuate nel corso del progetto preliminare (novembre 2015) e integrate durante la redazione del Progetto Definitivo di gara (marzo 2016).

3.1 Indagine conoscitiva dell'area di intervento

Il progetto in esame interessa un'area ubicata nella Sardegna centro-meridionale, rappresentata dalla periferia settentrionale della città di Cagliari, costituita dai centri abitati di Su Planu, Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu Sant'Elena.

Il territorio attraversato dalla SS 554 "Cagliaritana" è pressoché pianeggiante e posto ad una quota compresa tra i 5 e i 40 m s.l.m. ed era un tempo utilizzato principalmente a scopi agricoli; tale attività è andata via via riducendosi all'avanzare dell'espansione di attività commerciali, produttive e residenziali.

La SS 554 costituisce quindi di fatto la tangenziale dell'agglomerato cagliaritano, che ha praticamente saturato con le espansioni recenti delle urbanizzazioni il territorio a sud dell'infrastruttura, mentre quello a nord conserva ancora caratteristiche prettamente agricole, anche se con l'addensamento di insediamenti economici e produttivi proprio lungo il fronte della SS 554.

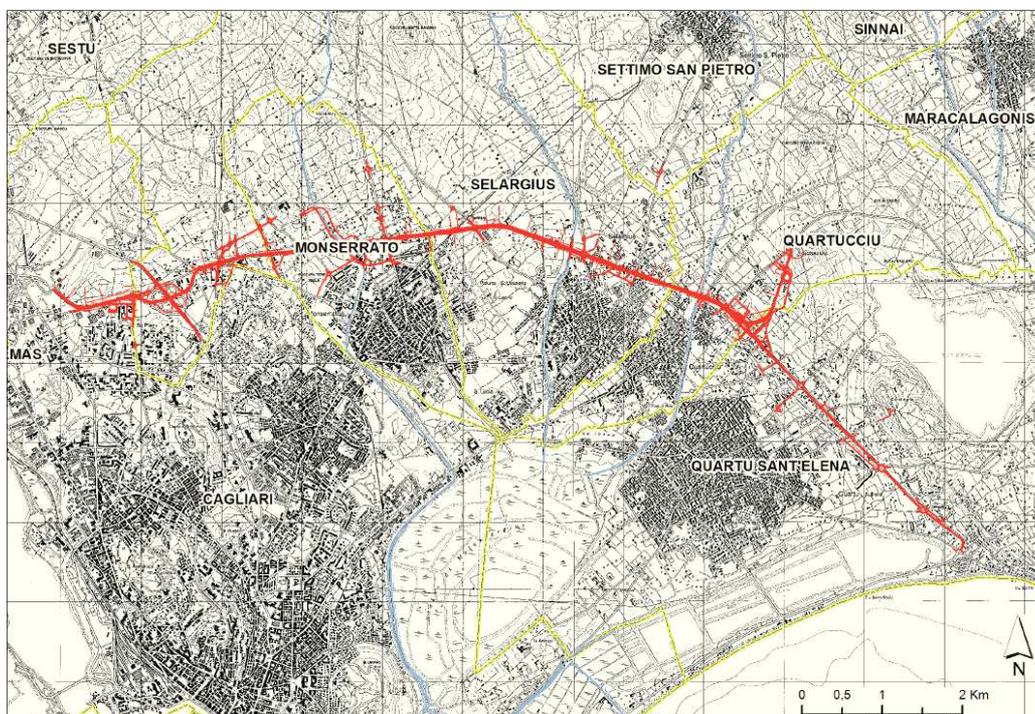


Figura 1 – Localizzazione dell'area di progetto

L'indagine conoscitiva dell'area dell'intervento, effettuata mediante sopralluogo svoltosi nei giorni 22 e 23 febbraio 2016, ha permesso di stabilire quanto segue relativamente alla situazione ambientale, attuale e passata, dell'area di intervento:

- L'infrastruttura si sviluppa nella zona periferica dei comuni di Cagliari, Selargius, Monserrato, Quartucciu e Quartu Sant'Elena;
- Le aree attraversate dalla strada oggetto dell'intervento sono caratterizzate dalla presenza di campi coltivati (essenzialmente nella zona a nord dell'infrastruttura), attività commerciali, attività produttive non di rilievo, zone urbane periferiche;
- Non si evidenziano realtà industriali di rilievo;
- L'unica fonte di pressione ambientale è costituita proprio dalla SS 554 che si intende sistemare.

Non si hanno evidenze circa la presenza nella zona in esame di siti contaminati.

Le indagini ambientali effettuate hanno confermato le evidenze dell'indagine preliminare.

3.2 Indagini ambientali effettuate

In fase di progettazione preliminare è stata condotta una campagna di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo attraverso l'esecuzione di 11 pozzetti esplorativi della profondità di 2 m dal p.c. che hanno consentito il prelievo, in corrispondenza di ciascun pozzetto, di 3 campioni di terreno.

Le analisi sono state condotte allo scopo di verificare lo stato di qualità dei terreni generati dalle operazioni di scavo ai fini di valutarne il possibile riutilizzo e di verificare le idonee modalità di smaltimento del terreno in esubero come rifiuto, valutando la pericolosità o meno con l'attribuzione del corretto codice CER.

L'indagine è consistita in:

- Esecuzione di n. 11 pozzetti esplorativi della profondità di 2 m dal p.c.;
- Prelievo di 2 campioni compositi di terreno rappresentativi (uno per ciascun metro di profondità) e di 1 campione rappresentativo dell'intero scavo (2 m di profondità), tutti con modalità "ambientali", i primi da destinare a caratterizzazione ambientale, il secondo da destinare ad analisi chimiche ai fini della classificazione e caratterizzazione delle terre come rifiuto, attribuzione del codice CER e valutazione delle corrette modalità di smaltimento (avvio del terreno alle procedure semplificate di recupero ai sensi del D.M. 186/2006 o in discarica per inerti/rifiuti non pericoli/pericolosi ai sensi D.Lgs. n. 36/2003 e D.M. 27.09.2010).

Nella fase di gara è stato effettuato un campionamento integrativo, seguendo le modalità riportate nell'Allegato 2 del DM 161/2012 "Procedure di campionamento in fase di progettazione".

La caratterizzazione è stata eseguita mediante scavi esplorativi effettuati con pozzetti.

Per sondaggi superficiali, ossia fino a 2 metri dal piano campagna, i campioni sottoposti ad analisi chimico-fisiche sono stati due: uno per ciascun metro di profondità, mentre per sondaggi più profondi i campioni analizzati sono stati 3.

Non si sono individuati differenti orizzonti stratigrafici che abbiano reso necessario procedere ad effettuare maggiori campionamenti all'interno dello stesso sondaggio esplorativo e non si sono nemmeno individuate evidenze organolettiche di potenziale contaminazione. Infine gli scavi dei pozzetti non hanno interessato la porzione satura del terreno e pertanto non si è reso necessario procedere all'acquisizione di campioni delle acque sotterranee.

Si riporta di seguito una tabella di riepilogo dei sondaggi. Per l'ubicazione dei punti si vedano le tavole da DPCA06-D-1501-T00-CA-06-CAN-PP-04 a DPCA06-D-1501-T00-CA-06-CAN-PP-07 "Planimetria ubicazione indagini ambientali".

Codice	Intervento	Lotto	Profondità scavo [m]	N° campioni
PE 1	Complanare (Via Anticipata)	I	2	2+1
PE 2	Adeguamento e messa in sicurezza svincolo SS 131	I	2	2+1
PE 3	Svincolo 1 Baracca Manna su Pezzu Mannu	I	2	2+1
PE 4	Adeguamento viabilità al km 4+500	I	2	2+1
PE 5	Svincolo 2 Policlinico/Università	I	2	2+1
PE 6	Svincolo 3 Monserrato	I	2	2+1
PE 7	Svincolo 4 Selargius Ovest	II	2	2+1
PE 8	Svincolo 5 Selargius centro	II	2	2+1
PE 9	Svincolo 6 Selargius Est	II	2	2+1
PE 10	Svincolo 7 Quartucciu	II	2	2+1
PE 11	Svincolo SS 125	II	2	2+1
PEi1	Deviazione Canale Is Corrias	I	3,5	3
PEi2	Svincolo V01 - fondazione nuova opera di scavalco	I	3	3
PEi4	Vasca laminazione Rio Saliu	I	2,5	3
PEi8	Nuovo ponte su Riu Cungiaus	II	3	3
PEi11	Sottovia ST02	II	10	3

Tabella 1 – Riepilogo delle indagini ambientali effettuate

Nella totalità dei campioni di terreno prelevati ed analizzati sono stati ricercati tutti i parametri indicati dalla tabella 4.1 dell'Allegato 4 al D.M. 161/2012 più gli idrocarburi C ≤12. Pertanto il protocollo analitico di ciascun campione riporta le seguenti determinazioni:

- Parametri fisici (stato fisico, colore, odore, scheletro 2 cm – 2 mm, pH, residuo secco a 105°C, ceneri a 600°C);
- Metalli (As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr totale, Cr VI);
- Idrocarburi (C≤12 e C>12);
- Aromatici organici (BTEX);
- Aromatici policiclici (IPA);
- Amianto.

Di seguito vengono riportate brevemente le risultanze delle analisi ambientali condotte.

I risultati delle analisi hanno evidenziato concentrazioni CSC inferiori a quelle riportate in Tabella 1 colonna A, allegato 5 al titolo V della parte quarta del D.L. 152/2006 e s.m.i., ad eccezione di alcuni campioni, PE1 (1-2 m), PE2 (0-1 m), PE4 (1-2 m), PE6 (0-1 m) e PE6 (1-2 m), che hanno manifestato il superamento della CSC solo per la colonna A per il parametro zinco, con valore massimo 342 mg/kg (CSC col. A 150 mg/kg e col. B 1.500 mg/kg). come riportato nella seguente Tabella 2.

Per quanto riguarda gli altri parametri indagati in base alla Tabella 4.1 del DPR 120 (Idrocarburi C>12, Amianto, BTEX e IPA), solo gli Idrocarburi C>12 sono stati misurati in alcuni campioni al di sopra della soglia di rilevabilità, ma comunque in quantità inferiori al valore della CSC: Tab. 1 All. 5, Colonna A.

Nemmeno gli Idrocarburi C≤12 sono mai stati rilevati.

Codice pozzetto	Profondità campione	CSC: Tab. 1 All. 5	Parametro che presenta un leggero sfioramento rispetto alla colonna A
PEi1	0-1 m	< Colonna A	-
PEi1	1-2 m	< Colonna A	-
PEi1	2-3 m	< Colonna A	-
PEi2	0-1 m	< Colonna A	-
PEi2	1-2 m	< Colonna A	-
PEi2	2-3 m	< Colonna A	-
PEi4	1,5-1,8 m	< Colonna A	-
PEi4	2,3-2,5 m	< Colonna A	-
PEi8	0-1 m	< Colonna B	Zinco
PEi8	1-2 m	< Colonna A	-
PEi8	2-3 m	< Colonna A	-
PEi11	0-1 m	< Colonna A	-
PEi11	1,2 m	< Colonna A	-
PE1	0-1 m	< Colonna A	-
PE1	1-2 m	< Colonna B	Zinco
PE2	0-1 m	< Colonna B	Zinco
PE2	1-2 m	< Colonna A	-
PE3	0-1 m	< Colonna B	Zinco
PE3	1-2 m	< Colonna A	-
PE4	0-1 m	< Colonna A	-
PE4	1-2 m	< Colonna B	Zinco
PE5	0-1 m	< Colonna A	-
PE5	1-2 m	< Colonna A	-
PE6	0-1 m	< Colonna B	Zinco
PE6	1-2 m	< Colonna B	Zinco
PE7	0-1 m	< Colonna A	-

Codice pozzetto	Profondità campione	CSC: Tab. 1 All. 5	Parametro che presenta un leggero sfioramento rispetto alla colonna A
PE7	1-2 m	< Colonna A	-
PE8	0-1 m	< Colonna A	-
PE8	1-2 m	< Colonna A	-
PE9	0-1 m	< Colonna A	-
PE9	1-2 m	< Colonna A	-
PE10	0-1 m	< Colonna A	-
PE10	1-2 m	< Colonna A	-
PE11	0-1 m	< Colonna A	-
PE11	1-2 m	< Colonna A	-

Tabella 2 – Risultati analisi effettuate

Si riportano di seguito a titolo informativo i risultati della caratterizzazione del materiale come rifiuto.

Per quanto riguarda l'omologa sui rifiuti condotta sul terreno, dalle determinazioni analitiche effettuate (analisi tal quale e test di cessione), ai campioni (0-2 m) prelevati dai pozzetti PE1, PE2, PE3, PE6 e PE 10, può essere attribuito il codice CER 17.05.04 relativo a "Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03*".

L'esito dei test di cessione condotto sui campioni PE1, PE2, PE3 e PE6 consente di affermare che il terreno scavato dai pozzetti può esser conferito in discarica per rifiuti non pericolosi e in impianti di recupero, quello da PE10 solo in discariche per rifiuti non pericolosi, mentre solo quello proveniente dal pozzetto PE6 anche in discariche per inerti.

I campioni prelevati dai pozzetti PE1, PE2, PE3 e PE10 presentano infatti al test di cessione delle non conformità per il parametro molibdeno (PE1), indice di fenoli (PE2 e PE10) e solfati (PE3) che non consentono il conferimento in discariche per inerti.

Si può affermare che il giudizio di non pericolosità e l'attribuzione del codice CER 17.05.04 può essere esteso anche al terreno derivante dai pozzetti PE4, PE5, PE7, PE8, PE9 e PE11.

4 PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

Per ottenere indagini ambientali conformi alla normativa vigente è necessario integrare le indagini effettuate, in modo da soddisfare requisiti riassunti nel capitolo 2.1.

Si riportano di seguito due tabelle riassuntive dei campionamenti, studiati con i criteri esposti nei paragrafi successivi.

Per l'ubicazione dei punti si vedano le tavole da DPCA06-D-1501-T00-CA-06-CAN-PP-04 a DPCA06-D-1501-T00-CA-06-CAN-PP-07 "Planimetria ubicazione indagini ambientali".

La profondità d'indagine è stata determinata in base alle profondità previste degli scavi per la costruzione delle opere.

Come spiegato nel capitolo 4.4, il numero di campioni da prelevare per ciascun sondaggio è pari a 2 nel caso di profondità inferiore a 2 m e pari a 3 negli altri casi.

I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono prelevati secondo lo schema:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due (per profondità maggiore di 2 m).

Se si individuassero differenti orizzonti stratigrafici, evidenze organolettiche di potenziale contaminazione o se si interessasse la falda acquifera, sarà necessario procedere all'acquisizione di altri campioni, secondo l'Allegato 2 del DPR 120/2017.

Sond	Posizione	Riferimento Opera	Indagini	Prof. (m)	N. campioni	Test Cessione
PI 1	SS 554 km 1+920 dir N	Asse principale	Set completo	6	3	no
PI 2	SS 554 km 2+280 dir N	Asse principale	Set completo	5	3	no
PI 3	SS 554 km 2+665 dir N	Asse principale	Set completo	3	3	no
PI 4	SV ss.131	Rampa 5	Set completo	3	3	Sì
PI 5	SV ss.131	Rampe 1 e 2	Set completo	2	2	Sì
PI 6	SS 554 km 3+120 dir N	Asse principale / Cavalcavia	Set completo	10	3	no
PI 7	SV ss.131	Rampa 7 e SS 131 dir	Set completo	3	3	Sì
PI 8	SV ss.131	Rampa 8	Set completo	3	3	Sì
PI 9	SV ss.131	SS.131 dir / Sottovia	Set completo	2	2	Sì
PI 79	SV ss.131	Rampa 6	Set completo	2	2	no
PI 81	SV ss.131	Rampa 3 e 8	Set completo	3	3	Sì
PI 82	SV ss.131	Rampa 4 e 7	Set completo	4	3	Sì
PI 10	SS 554 km 3+340 dir N	Asse principale	Set completo	3	3	no
PI 11	SS 554 km 3+715 dir N	Asse principale	Set ridotto	4	3	no
PI 75	-	Canale Is Corrias	Set ridotto	4	3	no
PI 12	SS 554 km 3+920 dir N	Cavalcavia B.Manna	Set completo	5	3	no
PI 13	AV03	Viabilità secondaria	Set ridotto	2	2	no
PI 14	SS 554 km 4+410 dir N	Asse principale	Set completo	2	2	no
PI 15	SS 554 km 4+865 dir S	Asse principale	Set completo	2	2	no
PI 16	SS 554 km 5+300 dir S	Asse Principale / Ponte Rio Salius deviato	Set completo	6	3	no
PI 59	SS 554 km 5+430 dir S	Asse principale / Ponte Rio Salius	Set completo	6	3	no
PI 17	-	Sistemazioni Idrauliche Rio Salius	Set ridotto	2	2	no
PI 18	AV04	Viabilità secondaria	Set ridotto	2	2	no

Sond	Posizione	Riferimento Opera	Indagini	Prof. (m)	N. campioni	Test Cessione
PI 19	SS 554 km 5+710 dir S	Asse Principale / Complanare S01	Set completo	2	2	no
PI 20	-	Canale Rio Mortu	Set ridotto	2	2	no
PI 21	SS 554 km 6+000 dir S	Asse Principale/Viadotto Monserrato	Set completo	3	3	no
PI 22	SS 554 km 6+410 dir S	Asse principale / Complanare S02	Set completo	1	2	no
PI 61	SS 554 km 6+825 dir S	Asse principale / Sottovia ferroviario	Set completo	3	3	no
PI 23	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 24	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 25	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 26	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 27	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 28	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 29	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 30	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 31	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 32	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 33	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 34	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 35	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 36	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 37	C1	Cantiere 1	Set ridotto	2	2	no
PI 38	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 39	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 40	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 41	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 42	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 43	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 55	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 56	C2	Cantiere 2	Set ridotto	2	2	no
PI 44	-	Deviazione Rio Salius / Canale + Sfiatore	Set ridotto	5	3	no
PI 45	-	Deviazione Rio Salius / Canale + Sfiatore	Set completo	4	3	no
PI 46	-	Deviazione Rio Salius / Canale + Sfiatore	Set ridotto	5	3	no
PI 47	-	Deviazione Rio Salius / Canale + Sfiatore	Set ridotto	5	3	no
PI 48	-	Vasche Laminazione A - Rio Mortu	Set ridotto	6	3	no
PI 49	-	Vasche Laminazione A - Rio Mortu	Set ridotto	6	3	no
PI 50	-	Vasche Laminazione A - Rio Mortu	Set ridotto	5	3	no
PI 51	-	Vasche Laminazione A - Rio Mortu	Set ridotto	5	3	no
PI 52	-	Vasche Laminazione B - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 53	-	Vasche Laminazione B - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 54	-	Vasche Laminazione B - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 57	-	Vasche Laminazione B - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 58	-	Vasche Laminazione B - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 60	-	Vasche Laminazione C - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 62	-	Vasche Laminazione C - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 63	-	Vasche Laminazione C - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 64	-	Vasche Laminazione C - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 65	-	Vasche Laminazione C - Rio Mortu	Set ridotto	4	3	no
PI 66	C3	Cantiere 3	Set ridotto	2	2	no
PI 67	C3	Cantiere 3	Set ridotto	2	2	no
PI 69	C3	Cantiere 3	Set ridotto	2	2	no
PI 71	C3	Cantiere 3	Set ridotto	2	2	no
PI 72	C3	Cantiere 3	Set ridotto	2	2	no
PI 74	C3	Cantiere 3	Set ridotto	2	2	no
PI 68	-	Vasche Laminazione D - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no
PI 70	-	Vasche Laminazione D - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no

Sond	Posizione	Riferimento Opera	Indagini	Prof. (m)	N. campioni	Test Cessione
PI 73	-	Vasche Laminazione D - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no
PI 76	-	Vasche Laminazione E - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no
PI 77	-	Vasche Laminazione E - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no
PI 78	-	Vasche Laminazione E - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no
PI 80	-	Vasche Laminazione E - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no
PI 83	-	Vasche Laminazione E - Rio Lussorriu	Set ridotto	3	3	no

Tabella 3 – Riepilogo delle indagini ambientali previste nel Lotto 1

Sond	Posizione	Riferimento Opera	Indagini	Prof. (m)	N. campioni	Test Cessione
PI 84	SS 554 km 7+100 dir S	Asse principale/Viadotto Selargius Ov	Set completo	4	3	no
PI 85	SS 554 km 7+450 dir N	Asse principale	Set completo	2	2	no
PI 86	SS 554 km 8+000 dir N	Asse principale/Complanare S05	Set ridotto	3	3	no
PI 87	S04	Viabilità secondaria S04	Set ridotto	2	2	no
PI 88	SS 554 km 8+350 dir S	Ponti Rio Nou su S04 - S05	Set completo	6	3	no
PI 89	SS 554 km 8+500 dir S	Asse principale / Viadotto Selargius C	Set completo	3	3	no
PI 90	SV05	Viabilità secondaria Selargius Centro	Set ridotto	1	2	Sì
PI 91	SS 554 km 8+850 dir N	Asse principale/Complanare S07	Set completo	3	3	no
PI 92	SS 554 km 9+200 dir S	Asse principale / Viadotto Selargius E	Set completo	3	3	no
PI 93	SS 554 km 9+600 dir N	Asse principale / Complanare S09	Set completo	3	3	no
PI 94	SS 554 km 10+050 dir S	Asse principale / Viadotto Cungianus	Set completo	4	3	no
PI 95	SS 554 km 10+400 dir S	Asse principale / Viadotto Quartucciu	Set completo	4	3	no
PI 96	SS 554 km 10+700 dir N	Asse principale/Cavalcavia SS.125/sottovia Ramo B	Set completo	6	3	Sì
PI 97	SS 554 km 11+300 dir N	Asse principale / Svincolo Ramo A	Set completo	1	2	Sì
PI 98	SV09	Viabilità secondaria	Set ridotto	2	2	no
PI 99	SV10	Svincolo Rampa 1 e 2	Set completo	4	3	Sì
PI 100	SV ss.125	Svincolo Ramo B e Rampa 2	Set completo	4	3	no
PI 101	SV ss.125	Rampa 3 e stazione sollevamento	Set ridotto	7	3	no
PI 102	SV ss.125	Svincolo Rampa 3 e 4	Set completo	4	3	no
PI 103	SV ss.125	Svincolo Rampa 5	Set completo	5	3	Sì
PI 104	SV ss.125	Svincolo Ramo A e Rampa 1	Set completo	3	3	Sì
PI 105	SV10	Svincolo Rampa 2 e Canale di fine lotto	Set completo	4	3	no
PI 106	SV ss.125 e C6	Cantiere 6 e Ramo A	Set ridotto	2	2	no
PI 107	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 108	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 109	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 110	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 111	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 112	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 113	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 114	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 115	C6	Cantiere 6	Set ridotto	2	2	no
PI 116	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 117	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 118	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 119	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 120	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 121	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 122	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 123	C4	Cantiere 4	Set ridotto	2	2	no
PI 124	C5	Cantiere 5	Set ridotto	2	2	no

Sond	Posizione	Riferimento Opera	Indagini	Prof. (m)	N. campioni	Test Cessione
PI 125	C5	Cantiere 5	Set ridotto	2	2	no
PI 126	C5	Cantiere 5	Set ridotto	2	2	no
PI 127	C5	Cantiere 5	Set ridotto	2	2	no
PI 128	C5	Cantiere 5	Set completo	2	2	no
PI 129	C5	Cantiere 5	Set completo	2	2	no
PI 130	C5	Cantiere 5	Set completo	2	2	no
PI 131	C5	Cantiere 5	Set ridotto	2	2	no

Tabella 4 – Riepilogo delle indagini ambientali previste nel Lotto 2

4.1 Criteri per la scelta della posizione dei sondaggi

Si è studiato il posizionamento dei sondaggi in modo distinto per le opere lineari e per quelle con estensione areale.

Per le opere lineari (asse principale e svincoli, complanari, viabilità secondaria, Canale Rio Mortu, Sistemazioni Idrauliche Rio Salius, si è studiata una configurazione che garantisca un campionamento almeno ogni 500 metri lineari di struttura, tenendo conto anche delle indagini già effettuate.

Per le altre zone (cantieri e depositi temporanei, vasche di laminazione, canale e sfioratore Rio Salius) si è fatto riferimento alla Tabella 2.1 del DPR 120, che impone un numero di punti di indagine in base alle dimensioni dell'area d'intervento:

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

La tabella seguente riassume il calcolo dei punti di campionamento minimi calcolati in base all'estensione dell'opera di progetto o del cantiere. Si sottolinea che in ogni punto andranno effettuati 2 o 3 campionamenti, in base alla profondità di scavo, più eventualmente uno per il test di cessione (si vedano le Tabella 3 e Tabella 4).

Opera	Area [mq]	Nr. Minimo punti
Vasca Laminazione A - Rio Mortu	6400	3+2=5
Vasche Laminazione B+C - Rio Mortu	20220	7+3=10
Vasche Laminazione D+E - Rio Lussorriu +cantiere C3	43000	7+7=14
Deviazione Rio Salius (Canale e Sfiatore)	3200	3+1=4
Cantiere C1	45890	7+8=15
Cantiere C2	14600	7+1=8
Cantiere C4	10230	7+1=8
Cantiere C5	12690	7+1=8
Cantiere C6	24490	7+3=10

Tabella 5 – Calcolo dei punti di campionamento nelle aree, lotto 1 e lotto 2

Si sottolinea che è stata considerata per la caratterizzazione ambientale tutta l'area di ogni cantiere, anche se non è previsto il deposito delle terre e rocce da scavo sulla totalità della superficie. Si è scelto questo approccio conservativo per due motivi.

Innanzitutto, nelle aree di cantiere le operazioni preliminari offerte in gara comprendono la preparazione dell'area con scotico del terreno vegetale, formazioni di piazzali con materiali inerti o con pavimentazione ecologica tipo SoilSement, realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo e dell'approvvigionamento e smaltimento delle acque, costruzione dei basamenti per gli impianti ed i baraccamenti: queste attività comportano movimenti terra, anche se minimi in alcuni punti.

In secondo luogo, la definizione dei layout di cantiere ipotizzati nella presente fase progettuale è da considerarsi ancora indicativa, e potrebbe essere cambiata nel Progetto Esecutivo.

4.2 Criteri per la scelta del set di parametri di indagine

Come previsto dalla normativa (DPR 120), il set di parametri previsto per la caratterizzazione è variabile in funzione della distanza dell'area di scavo da infrastrutture viarie di grande comunicazione o da e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Poiché nell'area non si sono evidenziati tali insediamenti inquinanti, l'unico parametro dirimente la scelta dei parametri è la distanza dalle infrastrutture viarie di grande comunicazione. In particolare si è fissato il seguente set di parametri:

- Set Completo (parametri fisici - As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr, Cr VI - idrocarburi C>12 - amianto - BTEX - IPA) per i campionamenti posti entro i 20 m dalla SS 554 e dalle rampe dello svincolo con la SS 131dir;
- Set ridotto (parametri fisici - As, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr, Cr VI - idrocarburi C>12 - amianto) per le rimanenti posizioni.

4.3 Criteri per la scelta dell'effettuazione del test di cessione

Come previsto dal DPR 120, Art. 4 "Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti", Nel caso in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte al test di cessione.

Per questo motivo si prevede nel presente Piano di Campionamento il prelievo di campioni da sottoporre al test di cessione nelle zone in cui si è evidenziata la presenza di materiale di riporto.

4.4 Modalità di campionamento

Il campionamento verrà effettuato seguendo le modalità riportate nell'Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione" del DPR 120.

In particolare, la caratterizzazione ambientale sarà eseguita mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio solo nei casi in cui la profondità da raggiungere fosse eccessiva. In particolare deve essere eseguito con sondaggio a carotaggio il prelievo dei campioni nel punto PI 6, dove la profondità degli scavi arriva 10 m. Nei pochi casi dove la profondità di scavo è superiore a $4 \div 5$ m, si prevede la possibilità di effettuare uno sbancamento preliminare per abbassare il piano di lavoro della macchina operatrice, per poter effettuare uno scavo con pozzetto o trincea fino ai 6 m richiesti.

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi.

I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

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

Nelle indagini pregresse non si sono individuati differenti orizzonti stratigrafici che abbiano reso necessario procedere ad effettuare maggiori campionamenti all'interno dello stesso sondaggio esplorativo e non si sono nemmeno individuate evidenze organolettiche di potenziale contaminazione. Infine gli scavi dei pozzetti non hanno interessato la porzione satura del terreno e pertanto non si è reso necessario procedere all'acquisizione di campioni delle acque sotterranee.

Qualora queste condizioni cambiassero, sarà necessario procedere all'acquisizione di altri campioni, secondo l'Allegato 2 del DPR 120.

4.5 Necessità o meno di ulteriori approfondimenti in corso d'opera

Grazie all'indagine integrativa effettuata nelle precedenti fasi progettuali e integrata secondo il presente piano, saranno disponibili analisi dei terreni in numero sufficiente per soddisfare le prescrizioni normative. Considerato anche che le normali metodologie di scavo previste in progetto (pala meccanica e/o martellone) non determineranno un rischio di contaminazione per le terre e rocce da scavo, a meno di sversamenti accidentali di prodotti idrocarburici dai mezzi utilizzati, non si ritiene necessario ripetere la caratterizzazione ambientale in fase di esecuzione dell'opera, salva diversa indicazione dell'Autorità competente.

Naturalmente, se in corso d'opera si riscontrassero condizioni diverse, o per stratigrafia, o per presenza di falda freatica, o per riporti antropici, sarà necessario effettuare nuove analisi di caratterizzazione e/o test di cessione.