



**Regione Autonoma della Sardegna**

**Provincia di Carbonia-Iglesias**

**COMUNE DI GONNESA**



**RINNOVO CONCESSIONE MINERARIA N. C233**

**"MINIERA DI MONTE SINNI"**

**VARIANTE AL PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA  
E RECUPERO AMBIENTALE DEL SITO DI SERUCI**

**Relazione tecnica**

**Proponente:**



**CARBOSULCIS S.p.A.**

"MINIERA MONTE SINNI"

**I tecnici incaricati della variante:**

**Nat. Francesco Lecis**

**Geol. Fausto A. Pani**

**Gennaio 2024**

**Elaborato/File**

**VR. 01**

## INDICE

1	PREMESSA	4
2	IL PROGETTO ORIGINARIO ED I MOTIVI DELLA VARIANTE	5
3	L'ELEMENTO IDRICO STRAHLER 107008_FIUME_21123	7
4	INTRODUZIONE	13
5	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO	14
6	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	21
7	INQUADRAMENTO URBANISTICO	22
8	INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO SOVRAORDINATO	23
8.1	IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE - PPR	23
8.2	PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - PAI	26
8.3	PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI	29
8.4	AREE TUTELATE DAL PROGETTO NATURA 2000	30
8.5	AREE SOGGETTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO (3267/1923)	30
8.6	AREE PERCORSE DA INCENDI	31
9	IL PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE	32
9.1	RINATURALIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE E PAESAGGISTICA	32
9.2	AREA DI INTERVENTO - SERUCI	33
9.2.1	<i>Stato di fatto e criticità</i>	33
9.2.2	<i>Area discariche</i>	34
9.2.3	<i>Le aree di progetto</i>	35
9.2.4	<i>Tipologia di interventi previsti nelle aree 11 e 4</i>	37
10	INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO 2015 ED ATTUATI	37
10.1	RIMODELLAMENTI MORFOLOGICI, CHIUSURA E RIPRISTINO AMBIENTALE AREA DISCARICHE MINERARIE	37
10.2	REGIMAZIONE DELLE ACQUE	39
10.3	RINVERDIMENTO E RINATURALIZZAZIONE DEGLI ARGINI (PROGETTO 2015)	39
10.3.1	<i>Rinverdimento degli argini</i>	39
10.3.2	<i>Rimodellamento dell'area</i>	39
10.3.3	<i>Apporto di terreno vegetale sulle aree sommitali dei corpi di discarica</i>	42
10.3.4	<i>Rinverdimento e rinaturalizzazione delle aree sommitali.</i>	42
11	LA VARIANTE AL PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE	43
11.1	AREA 11	45
11.2	AREA 4	49
11.3	RINVERDIMENTO E RINATURALIZZAZIONE DELLE AREE SUB - PIANEGGIANTI:	55
11.3.1	<i>La preparazione del substrato ospite</i>	55

11.3.2	<i>Generalità sugli interventi di semina</i>	55
11.4	GENERALITÀ SUGLI INTERVENTI DI COPERTURA ARBUSTIVA E ARBOREA	56
11.4.1	<i>Scelta delle specie arbustive</i>	57
11.4.2	<i>Scelta delle specie arboree</i>	57
11.5	L'INTERVENTO PROPOSTO PER L'AREA 11	59
11.5.1	<i>Il settore sub-pianeggiante</i>	60
11.5.2	<i>Il cumulo residuo degli sterili abbancati</i>	60
12	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DEL SEDIME	62
12.1	SUBSTATO ROCCIOSO VULCANICO DI IMPOSTA DEI RILEVATI (RIOLITI DI SERUCI SRC)	62
12.1.1	<i>Substrato naturale</i>	64
12.2	STERILE DI MINIERA	65
12.2.1	<i>Sterili da miniera</i>	65
13	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E DEI BENEFICI DERIVANTI DALLA PROPOSTA PROGETTUALE	66
14	CONCLUSIONI	67

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce **Variante al Progetto di messa in sicurezza e recupero morfologico e ambientale** redatto per l'ottenimento, come previsto dalla Legge 1443/1927, del rinnovo della Concessione Mineraria (C233) denominata "Monte Sinni" ricadente in territorio dei comuni di Portoscuso, Gonnese e Carbonia per la coltivazione di combustibili fossili, rilasciata dalla Regione Autonoma della Sardegna con Decreto n°241 del 12. 08.1982, Assessorato Industria Divisione Miniere, per la durata di anni 15 (quindici).

Il progetto di rinnovo della Concessione Mineraria ha ottenuto parere favorevole in sede di Procedura di VIA con D.G.R. n. 66/19 del 13 dicembre 2016; **è pertanto necessario sottoporre la variante alla Valutazione Preliminare ai sensi dell'art. 6 comma 9 del D. Lgs. 152/06**, in virtù del fatto che la stessa determina una riduzione degli impatti ambientali e dei costi connessi alla recupero ambientale del cantiere minerario di Seruci rispetto al progetto esaminato in fase di V.I.A.

A supporto della **revisione delle modalità di ricostituzione dello strato finalizzante la copertura**, si ritiene fondamentale riferirsi alla **Determinazione di conclusione positiva** della Conferenza di Servizi decisoria ai sensi dell'art. 14, c. 2, legge n. 241/1990 in forma semplificata ed in modalità asincrona, ex art. 14-bis, legge n. 241/1990 e s.m.i. per "**Richiesta di variante non sostanziale al Progetto di Recupero Ambientale** contenuto nel Rinnovo della Concessione Mineraria Miniera Monte Sinni" Prot. n° 3934 del 25/01/2024.

In tale Determinazione, **si autorizza come variante non sostanziale, il completamento della copertura della superficie, tramite la formazione di uno strato composito mirante a costituire uno substrato edafico di 30 cm formato dagli sterili in posto in miscelazione con una percentuale di compost di qualità compresa tra il 5 - 25% sul volume, integrati da un concime chimico in ragione di 80 kg/ha di N** (cit. aut. Var non sost. Prot. n° 3934 del 25/01/2024 Dir. Ass. Ind. RAS), finalizzato all'attecchimento delle specie vegetali.



## 2 IL PROGETTO ORIGINARIO ED I MOTIVI DELLA VARIANTE

Il Progetto 2015, ad oggi completato in parte, prevedeva:

- analisi della documentazione disponibile, con particolare riferimento alle relazioni tecniche e agli elaborati grafici progettuali;
- caratterizzazione geotecnica dei litotipi finalizzata alle successive analisi di stabilità;
- analisi di stabilità dei fronti di scavo previsti in progetto, ai sensi della normativa attualmente vigente.



***Vista 3d da Google Earth – L'area di Seruci nell'ottobre 2023***

A consuntivo di quanto eseguito, e di alcune situazioni particolari derivanti dalle caratteristiche dei sedimenti utilizzati (p.e. sovraconsolidamento e conseguente differenze volumetriche nel caso della colmata del bacino 4), e, al fine di ottimizzare il Progetto complessivo, si è ritenuto necessario definire una Variante allo stesso.

**Tale variante**, totalmente **confinata nell'ambito del cantiere di Seruci**, per l'entità delle attività previste e per lo scostamento dal Progetto originario, si configura come una **variante non sostanziale**.

Motivo ulteriore della variante proposta, è la limitazione delle attività tra l'area 11 e l'area 10, per evitare procedure di compatibilità relativamente alla depressione esistente.

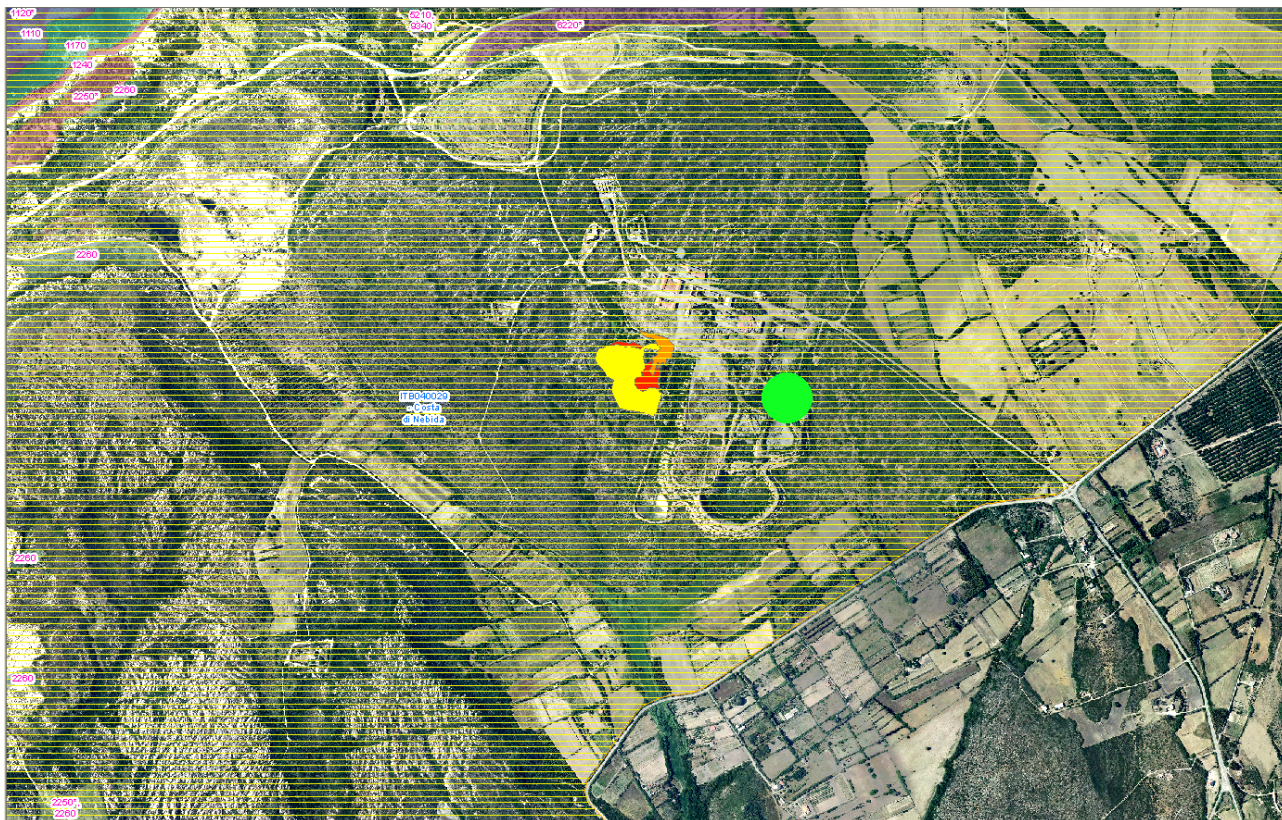
Altresì, il livello evolutivo raggiunto dalla copertura arbustiva, consente di valutare positivamente la conservazione della forma a vantaggio del manto vegetale esistente.

Ulteriore motivo della variante è la presenza dell'elemento idrico Strahler fittizio, originato dal convogliamento del drenaggio di parte del piazzale soprastante e dalle acque che trasudano dal piede degli argini dei bacini 10 e 8.



Va ricordato che trovandoci all'interno di una ZSC ed in particolare alla ITB 040029 – “Costa di Nebida”, è stata prodotta per il progetto originario la Valutazione di Incidenza Ambientale ex l'art.5 del DPR 357/1997, successivamente modificato dall'art. 6 del DPR 120/2003 (G.U. n. 124 del 30 maggio 2003).

La variante proposta, senz'altro riduttiva come incidenza, si svolge in aree non interessate da habitat mappati dai Monitoraggi della RAS – Ass. Dif.Amb. deve comunque essere sottoposta ad Valutazione Preliminare ai sensi dell'art. 6 comma 9 del D. Lgs. 152/06.



*L'area di intervento al centro, con il perimetro della ZSC ed con etichetta, gli habitat riscontrati*



### 3 L'ELEMENTO IDRICO STRAHLER 107008\_FIUME\_21123

Il reticolo idrografico PAI Strahler è costituito da un file vettoriale derivato dalla CTRN edita dalla RAS tra il 1996 ed il 2000, che va integrato con gli elementi idrici rappresentati nella cartografia IGM - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965 ed entrato definitivamente in vigore con la D.C.I. n° 3 del 30/07/2015. La rete idrografica integrata mostra, nell'area compresa tra i Bacini 10/8 ad Est, e l'area 11 ad Ovest, un elemento idrico denominato **107008\_FIUME\_21123**.

**Tale elemento idrico ai termini delle NTA PAI vigenti ha un livello gerarchico Strahler 1 e scorre in superficie, andando a confluire su una piccola area al suo estremo meridionale dove le poche acque zenitali raccolte in un bacino della superficie di 34.000 m<sup>2</sup> circa.**



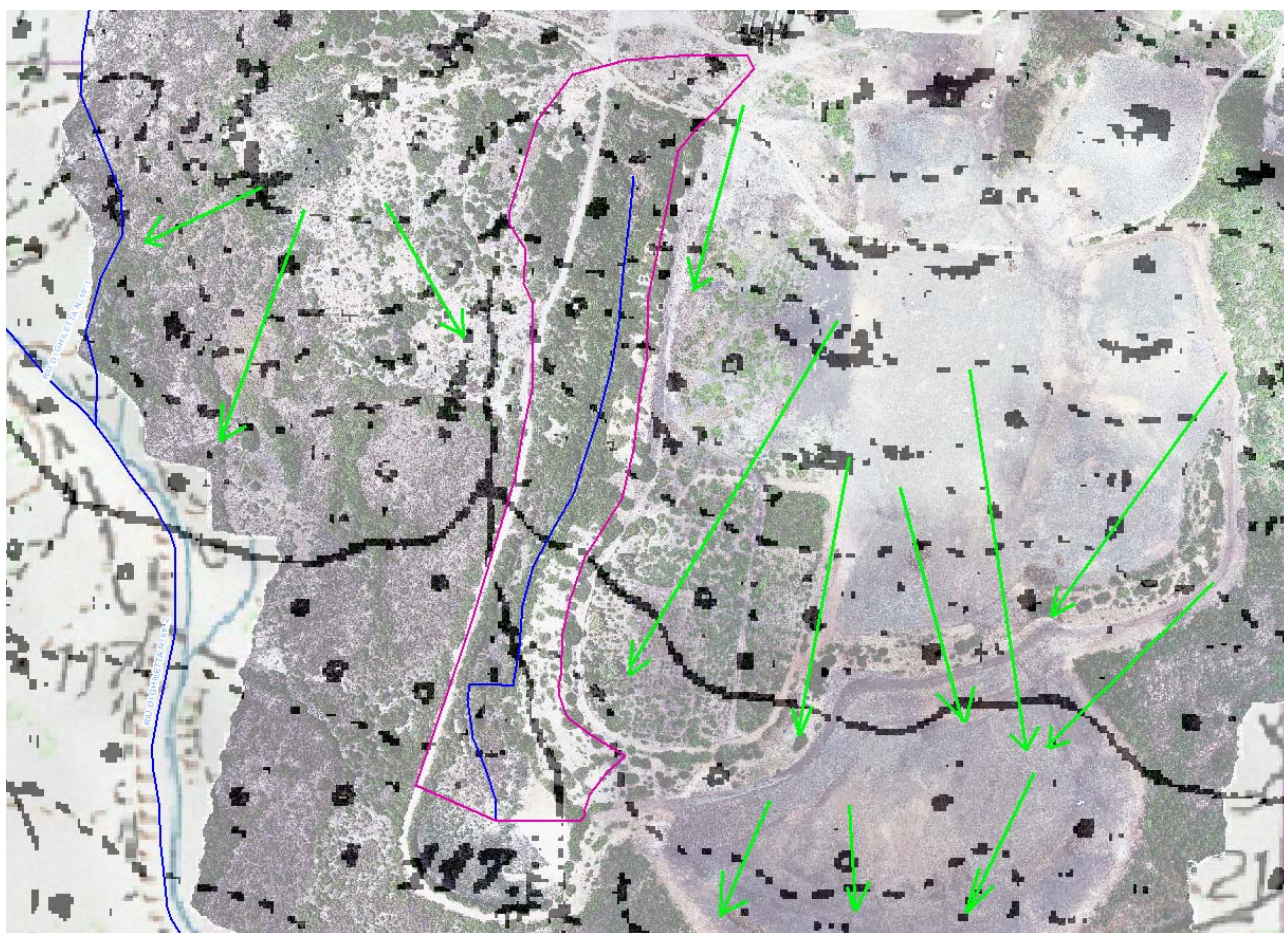
*Definizione sul DSM del 2008 del bacino superficiale sotteso dall'elemento idrico 107008\_FIUME\_21123*

Alle acque raccolte zenitalmente dal bacino dell'elemento **107008\_FIUME\_21123**, si sommano come anticipato le acque trasudanti dagli argini dei bacini 8 e 10 e provenienti, ovviamente dalla sola parte orientale di essi, sulla base della morfologia del p.c. esistente precedentemente alla creazione dei bacini.



In ogni caso l'elemento idrico 107008\_FIUME\_21123, in forza del suo livello 1 Strahler, in base all'art. 30, c 6 delle NTA PAI produce una fascia di prima salvaguardia di 10 metri dalle sue rive, andando ad interessare la fascia orientale dell'area 11 dove sono previste le attività di completamento della modellazione e ripristino ambientale.

Per tale motivo, essendo i lavori previsti in tale fascia affatto fondamentali, ma anzi, si coglie l'occasione per mantenere in vita il connettore ecologico-corridoio naturalistico venutosi a creare, sia per motivi di disponibilità idrica, pur limitata, sia per l'effetto riparo dal vento di Maestrale che, il residuo del grande abbancamento dell'Area 11, svolge.



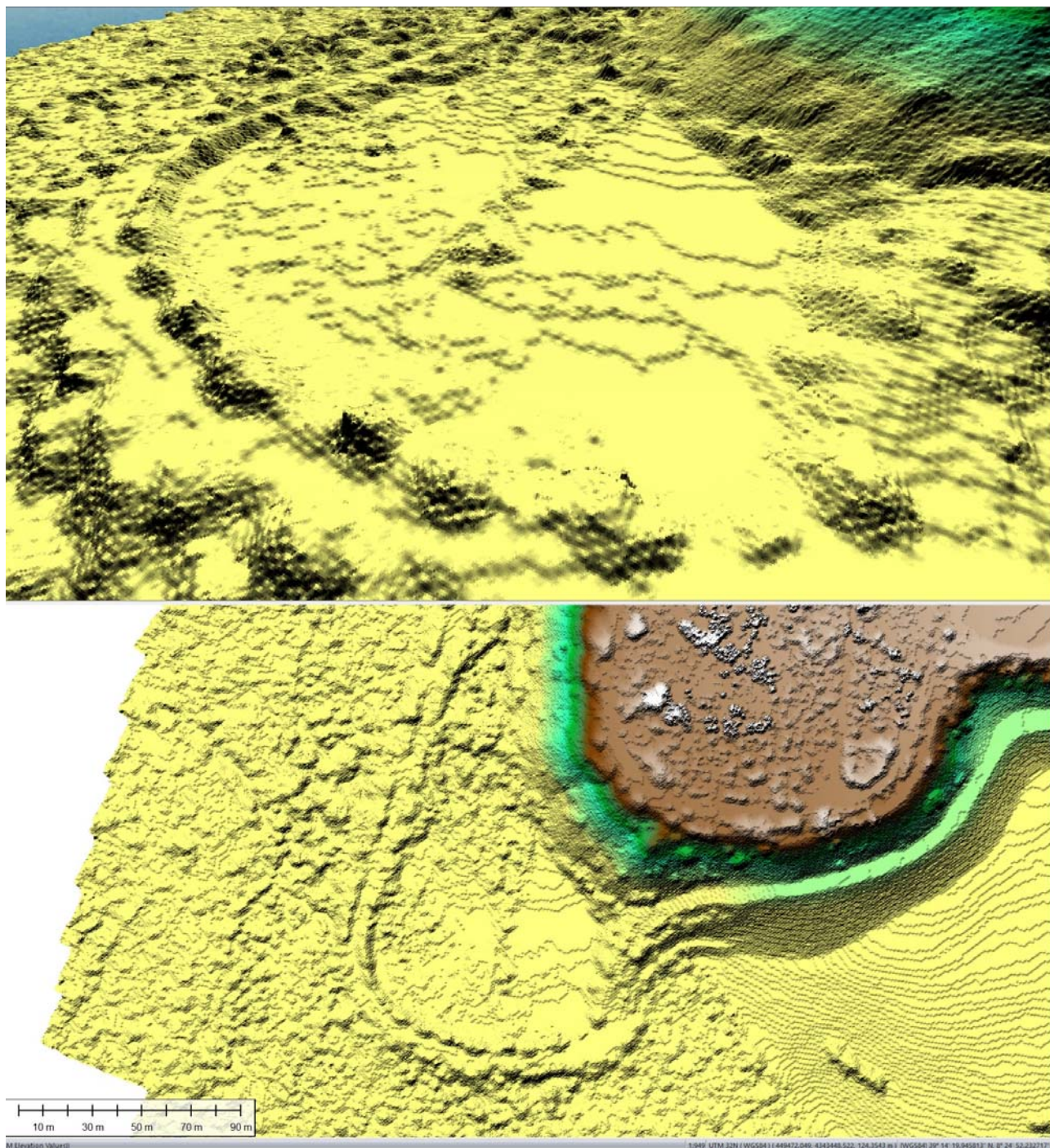
***Sovrapposizione tra Carta IGM 1890 e ortofoto attuale con elemento reticolo e suo bacino sotteso***

Dalla immagine sovrastante, costituita dalla sovrapposizione tra Carta IGM 1890 e ortofoto attuale con elemento reticolo e suo bacino sotteso si vede come la morfologia naturale, sulla quale sono stati impostati i bacini supporti solo marginalmente il percolato ad infiltrarsi al piede degli argini occidentali dei Bacini 8 e 10.

Una menzione deve essere fatta sulle caratteristiche delle acque fuoriuscenti dal piede sud-occidentale del Bacino 8 che pur entro i parametri di norma, sono ricche di solfati che precipitando, danno luogo a formazioni a vasche tracimanti in sequenza (che verranno conservate).

Il bacino funzionale alla raccolta delle acque ordinarie convogliate dal canale è dovuto alla presenza di un argine artificiale costituito appositamente per consentire la decantazione dei fini e la precipitazione delle acque sature.





***L'area del Bacino di raccolta in vista obliqua e in planimetria sul modello del suolo***





***L'area del Bacino di raccolta in vista obliqua e in planimetria su ortofoto 2023 drappeggiata sul modello***





***L'area di raccolta delle acque del canale artificiale erroneamente classificato 107008\_FIUME\_21123***



***Uno dei punti di scaturigine delle acque percolanti dal piede dell'argine meridionale del Bacino 8***





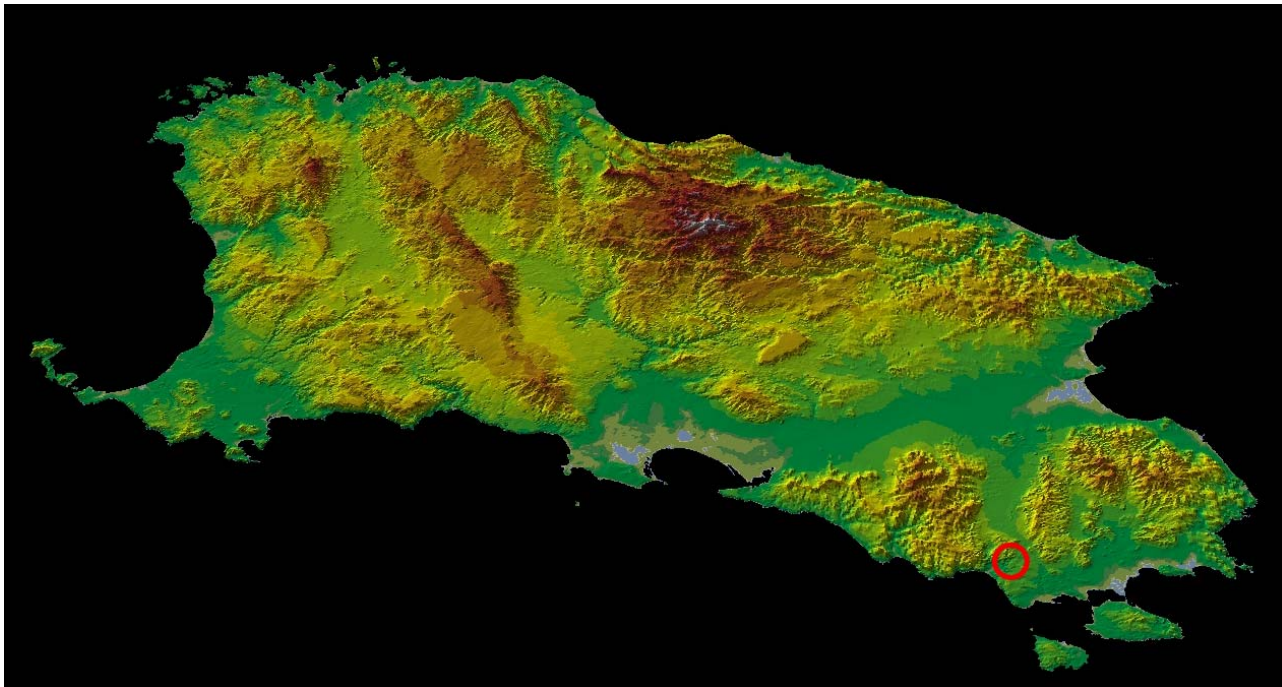
*Le morfologie create dalla precipitazione dei Sali presenti nelle acque*



## 4 INTRODUZIONE

Il comparto studiato in fase di progetto definitivo è parte integrante del territorio del Comune di Gonnese, che afferisce il sistema territoriale del Sulcis.

Il suo territorio, sostanzialmente immutato come indirizzi d'uso nel settore montano, è interessato da profonde trasformazioni operate nel secolo scorso ed ora in corso di "rinaturalizzazione".



**Modello del rilievo – La posizione del territorio di Gonnese nella Sardegna**



**Ortofoto – Raffronto tra la situazione al 1977**

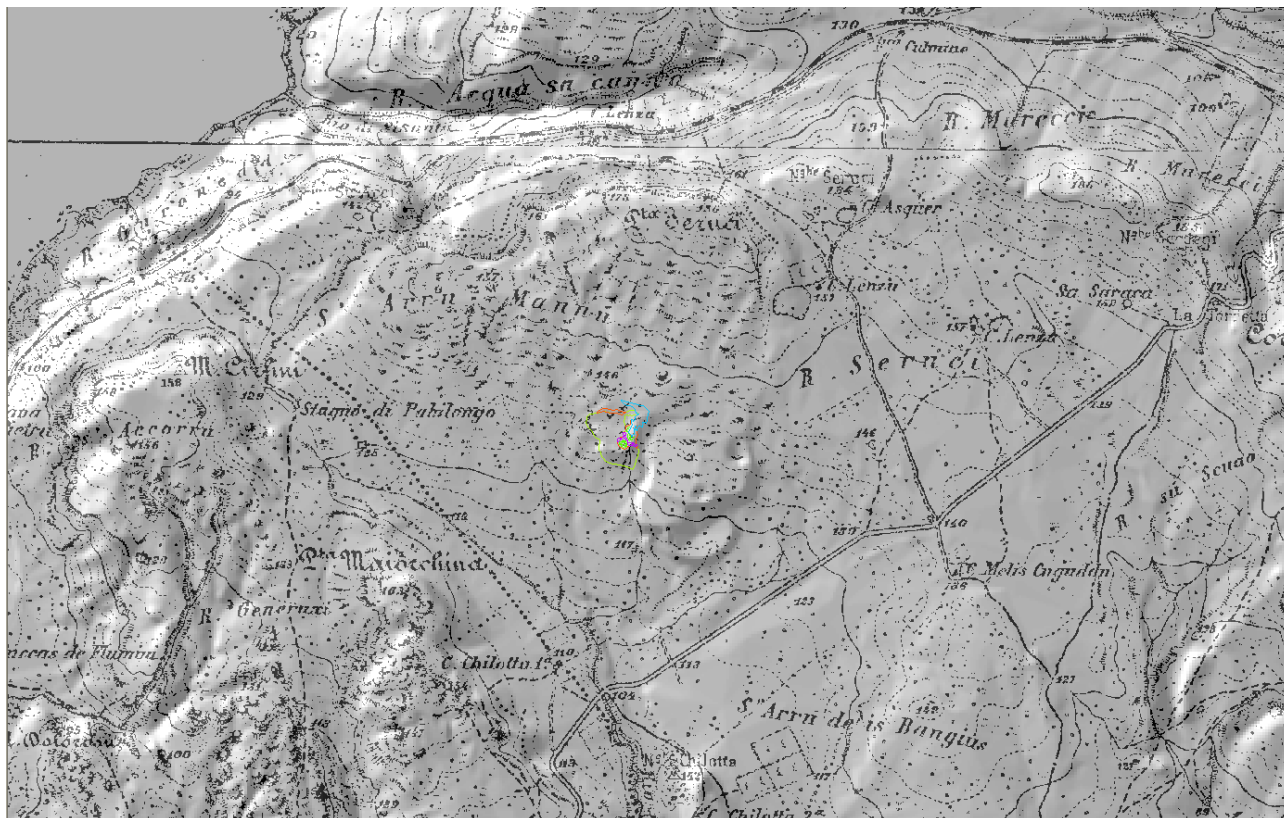
## 5 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

La **Concessione Mineraria “Monte Sinni”** è ubicata nella Sardegna sud-occidentale, nei territori comunali di Carbonia, Gonnese e Portoscuso, in provincia di Carbonia-Iglesias.

La superficie ricade all'interno della seguente cartografia di riferimento:

➤ **Tavoletta IGM alla scala 1:25000 della serie 25V :**

- Tavoletta 232 I NE
- Tavoletta 232 I SE

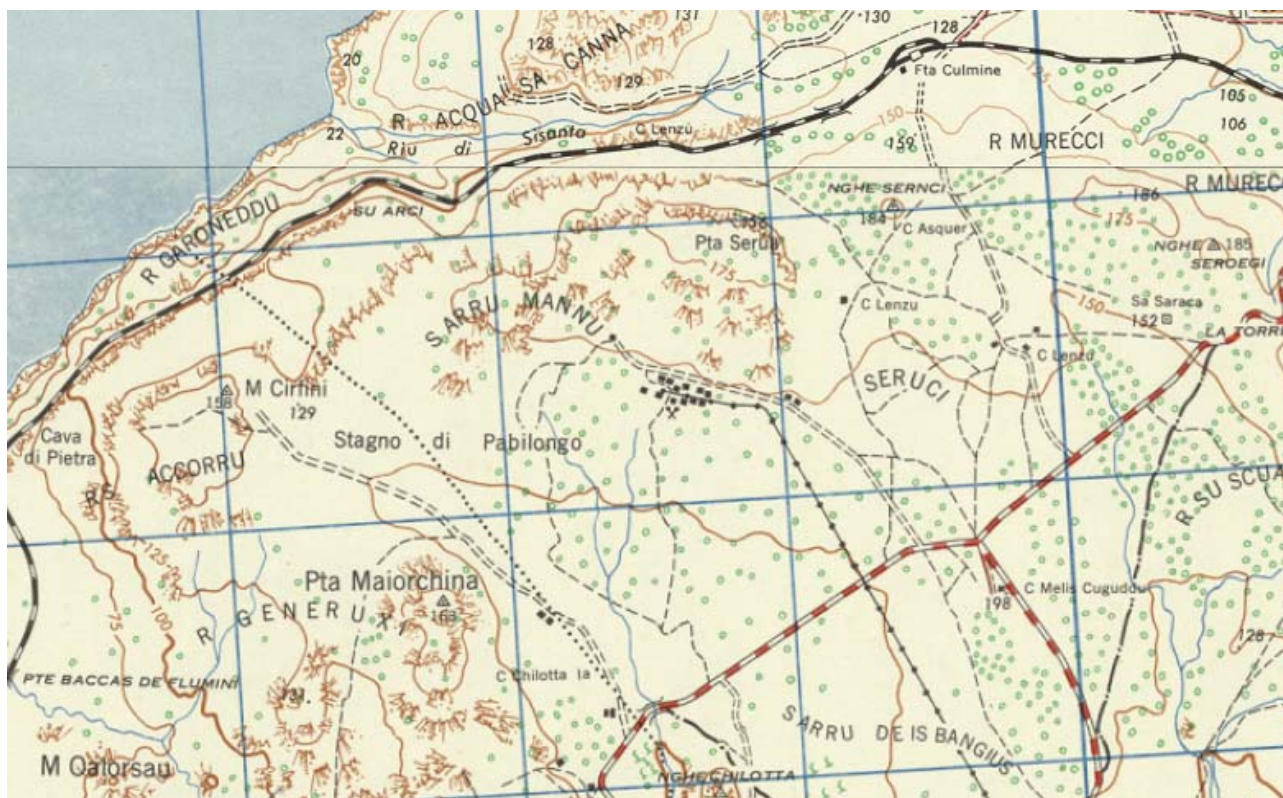


**Mappa – IGM 1888**



➤ **Tavoletta USAF - RAF (su base IGM e voli RAF) alla scala 1:25000:**

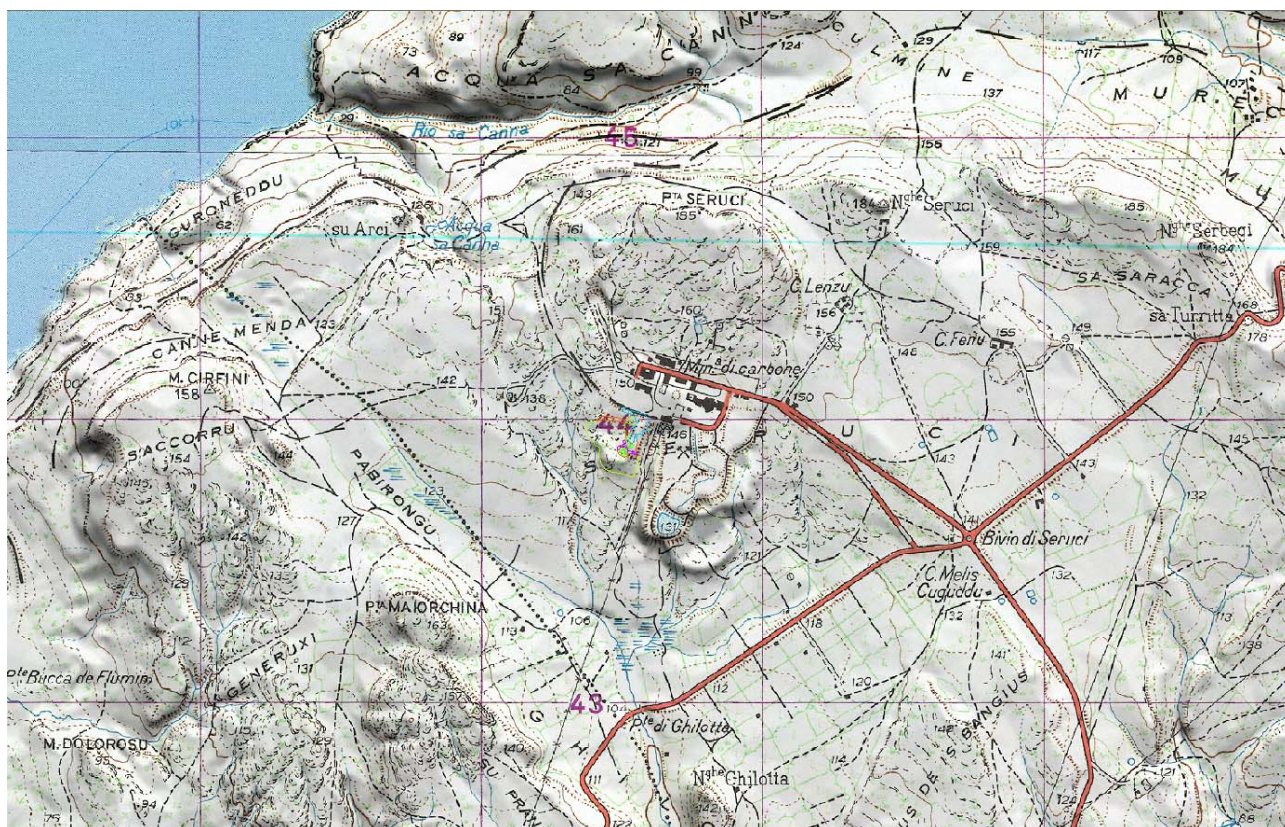
- Tavoletta 232 I NE
- Tavoletta 232 I SE



**Mappa – USAF – RAF 1943**

➤ **Tavoletta IGM alla scala 1:25000 25V:**

- Tavoletta 232 I NE
- Tavoletta 232 I SE



**Mappa – IGM 1960**



➤ **Sezioni I.G.M. alla scala 1:25000 della serie 25N :**

- Foglio n. 555, sez. III “Portoscuso”;
- Foglio n. 564 sez. IV “Calasetta”;



**Mappa – IGM 1987**

➤ **Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) 1968 alla scala 1:10000:**

- Sezione 555090 “Monte Perdaias Mannas” ,
- Sezione 555100 “Gonnesa”;
- Sezione 555130 “Portoscuso”;
- Sezione 555140 “Cortoghiana”;
- Sezione 564010 “Portovesme”;
- Sezione 564020 “Paringianu”.



**Mappa – CTR 1968**



➤ **Carta Tecnica Regionale Numerica (C.T.R.N.) 2008 alla scala 1:10000:**

- Sezione 555090 “Monte Perdaias Mannas”;
- Sezione 555100 “Gonnesa”;
- Sezione 555130 “Portoscuso”;
- Sezione 555140 “Cortoghiana”;
- Sezione 564010 “Portovesme”;
- Sezione 564020 “Paringianu”.



**Mappa – CTRN 2008**

➤ **DBGT10k 2022 alla scala 1:10000:**

- Sezione 555090 “Monte Perdaias Mannas”;
- Sezione 555100 “Gonnesa”;
- Sezione 555130 “Portoscuso”;
- Sezione 555140 “Cortoghiana”;
- Sezione 564010 “Portovesme”;
- Sezione 564020 “Paringianu”.



***Mappa – dbgt10K 2022 (su base aerofoto 2013)***



## 6 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il perimetro della concessione mineraria, che comprende una superficie di 5940 ha, è rappresentato ad Ovest dalla linea di costa, a Nord, Est e Sud da una spezzata a tre lati i cui vertici A,B,C,D, presentano le seguenti coordinate:

- **Concessione Mineraria “Monte Sinni” (C233) Coordinate dei Vertici (Roma40 Gauss Boaga Fuso Ovest-Monte Mario/Italy Zona 1- EPGS:3003)**

Vert.	E	N
A	1450342.73	4346588.07
B	1454705.08	4340647.12
C	1455247.59	4338336.86
D	1450322.30	4336649.59

La carta allegata al Progetto 2015 (Tav.01\_Inquadrimento) mostra l'ubicazione dell'area di concessione, evidenziata in rosso; dalla carta si evince inoltre l'inquadrimento e l'estensione superficiale delle aree dei cantieri in superficie della miniera.

La struttura in superficie della miniera è costituita dai siti principali di Nuraxi Figus e Seruci e dalle aree occupate dai tre pozzi secondari di Nuraghe, Torretta, Chilotta attualmente in fase di dismissione e messa in sicurezza; un quarto pozzo secondario, denominato Maiorchina, è stato dismesso e messo in sicurezza nel 2011.

Gli interventi di messa in sicurezza e ripristino ambientale del **progetto originario si riferivano sia al sito di Seruci che di Nuraxi Figus**, mentre la **presente variante riguarda solamente la sistemazione morfologica di due aree a Seruci**.



Ortofoto AGEA 2019

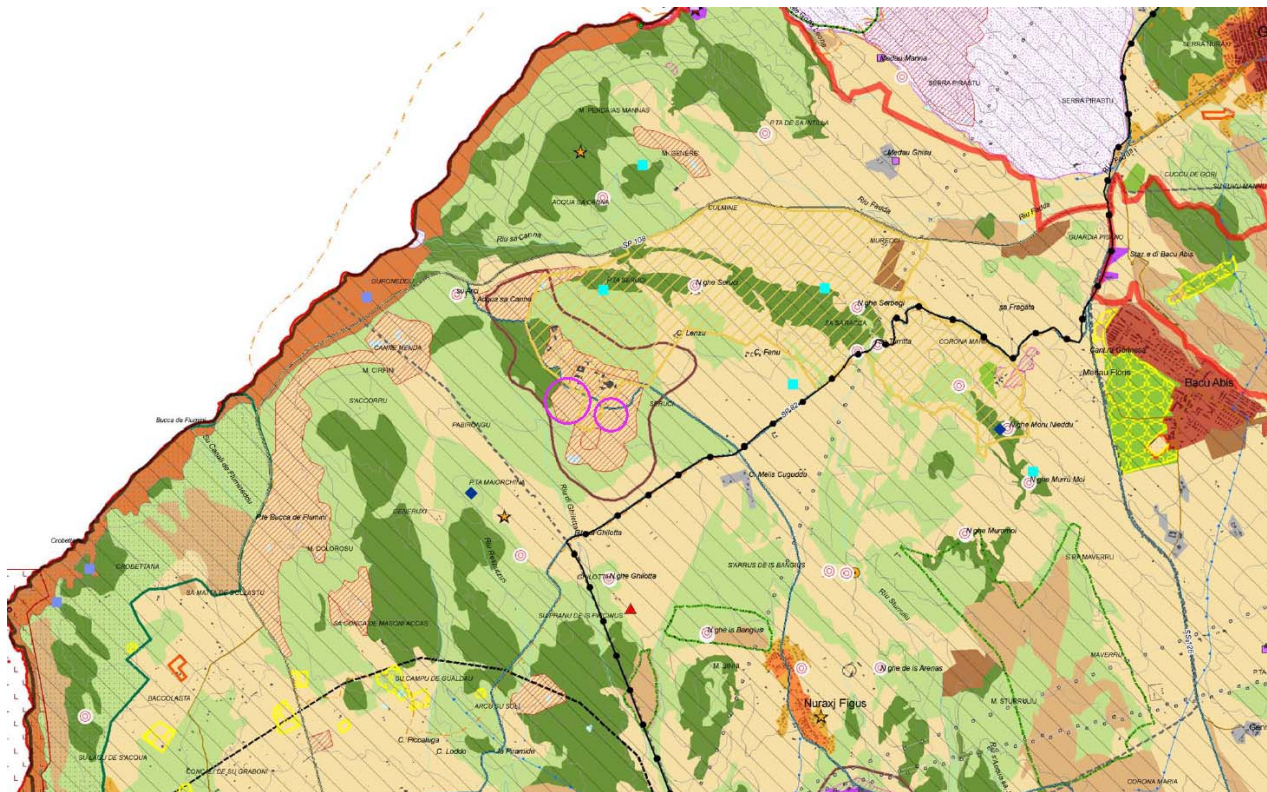




## 8 INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO SOVRAORDINATO

### 8.1 IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE - PPR

Con Delibera del 5 settembre 2006, n. 22/3 L.R. n. 8 del 25.11.2004, art. 2, comma 1, la Giunta Regionale ha adottato il Piano Paesaggistico Regionale relativo al primo ambito omogeneo – Area Costiera.



**Mappa – La zonizzazione del PPR nell'edizione adottata il 05/09/2006 descrive il settore di Progetto di Gonnese rilevando le emergenze naturalistiche e culturali ed includendolo interamente nell'Ambito Costiero Ambito 6 nella Tavola 553III in scala 1:25.000**

Nelle N.T.A. del P.P.R. agli articoli 19 e 20, relativi alla fascia costiera è detto:

#### **“Art. 19 - Fascia costiera. Definizione**

1. La fascia costiera, così come perimetrata nella cartografia del P.P.R. di cui all'art 4, rientra nella categoria dei beni paesaggistici d'insieme ed è considerata risorsa strategica fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo, che necessita di pianificazione e gestione integrata.

2. I territori della fascia costiera di cui al comma precedente, sono caratterizzati da un contesto territoriale i cui elementi costitutivi sono inscindibilmente interrelati e la preminenza dei valori ambientali è esposta a fattori di rischio che possono compromettere l'equilibrio dei rapporti tra habitat naturale e presenza antropica.

3. Non sono comprese tra i beni elencati nel comma 1 le seguenti zone, così come individuate dagli strumenti urbanistici comunali:

a) le zone omogenee A e B;

b) le zone omogenee C con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte, immediatamente contigue alle zone B di completamento;

**c) le zone omogenee D e G con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte.**

## **Art. 20 - Fascia costiera. Disciplina**

*1. Fatto salvo quanto previsto dall'art.15, fino all'adeguamento degli strumenti urbanistici, nella fascia costiera di cui all'art.19 si osserva la seguente disciplina:*

*a) Nelle aree inedificate all'entrata in vigore del P.P.R. è precluso qualunque intervento di trasformazione, ad eccezione di quelli previsti dall'art. 12;*

*b) Non è comunque ammessa la realizzazione di:*

*1) nuove strade extraurbane di dimensioni superiori alle due corsie, fatte salve quelle di preminente interesse statale e regionale, per le quali sia in corso la procedura di valutazione di impatto ambientale presso il Ministero dell'Ambiente, autorizzate dalla Giunta Regionale;*

*2) nuovi interventi edificatori a carattere industriale e grande distribuzione commerciale;*

*3) nuovi campeggi e strutture ricettive connesse a campi da golf, aree attrezzate di camper. “*

*In ogni caso. L'art. 15 che definisce le norme transitorie, dice:*

## **Art. 15 – Ambiti di paesaggio costieri. Disciplina transitoria**

*1. Negli ambiti di paesaggio costieri di cui all'articolo 14, fino all'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali alle previsioni del P.P.R., è consentita l'attività edilizia e la relativa realizzazione delle opere di urbanizzazione nelle zone omogenee A e B dei centri abitati e delle frazioni individuate dai Comuni ai sensi dell'articolo 9 della legge 24 dicembre 1954 n. 1228, purché delimitate ed indicate come tali negli strumenti urbanistici comunali. Sono altresì realizzabili gli interventi edilizi ricadenti nelle zone C immediatamente contigue al tessuto urbano consolidato ed interclusi fra altri piani attuativi in tutto o in parte già realizzati.*

*2. Nelle restanti zone C, D, F, e G possono essere realizzati gli interventi previsti negli strumenti urbanistici attuativi purché approvati e con convenzione efficace, alla data di pubblicazione della delibera della Giunta regionale n. 33/1 del 10 agosto 2004, per i Comuni non dotati di PUC approvato e ricadenti nella fascia di 2000 metri dalla linea di battigia marina, anche per i terreni elevati sul mare, e nella fascia entro i 500 metri dalla linea di battigia marina, anche per i terreni elevati sul mare, per le isole minori a condizione che, limitatamente alle zone F, siano rispettati i parametri di cui all'articolo 6 della legge regionale 8/2004. Alla stessa data dovranno risultare legittimamente avviate le opere di urbanizzazione, nel senso che sia stato realizzato il reticolo stradale e si sia determinato un mutamento consistente ed irreversibile dello stato dei luoghi.*

*3. Nelle medesime zone C, D, F, e G possono essere realizzati gli interventi previsti negli strumenti urbanistici attuativi purché approvati e con convenzione efficace alla data di adozione del Piano Paesaggistico Regionale:*

*1) per i Comuni dotati di PUC approvato ai sensi dei commi 1 e 2 dell'art.8 della L.R. n.8/2004;*

*2) per i Comuni ricadenti nell'ambito territoriale di competenza del Piano Territoriale Paesistico del Sinis;*

*3) per i Comuni non dotati di PUC approvato, relativamente agli interventi ricadenti oltre la fascia dei 2000 metri dalla linea di battigia marina anche per i terreni elevati sul mare e oltre la fascia dei 500 metri dalla linea di battigia marina anche per i terreni elevati sul mare per le isole minori.*

*4. In fase di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali alle previsioni del P.P.R. e comunque non oltre dodici mesi dall'entrata in vigore del P.P.R., negli ambiti di paesaggio di cui*



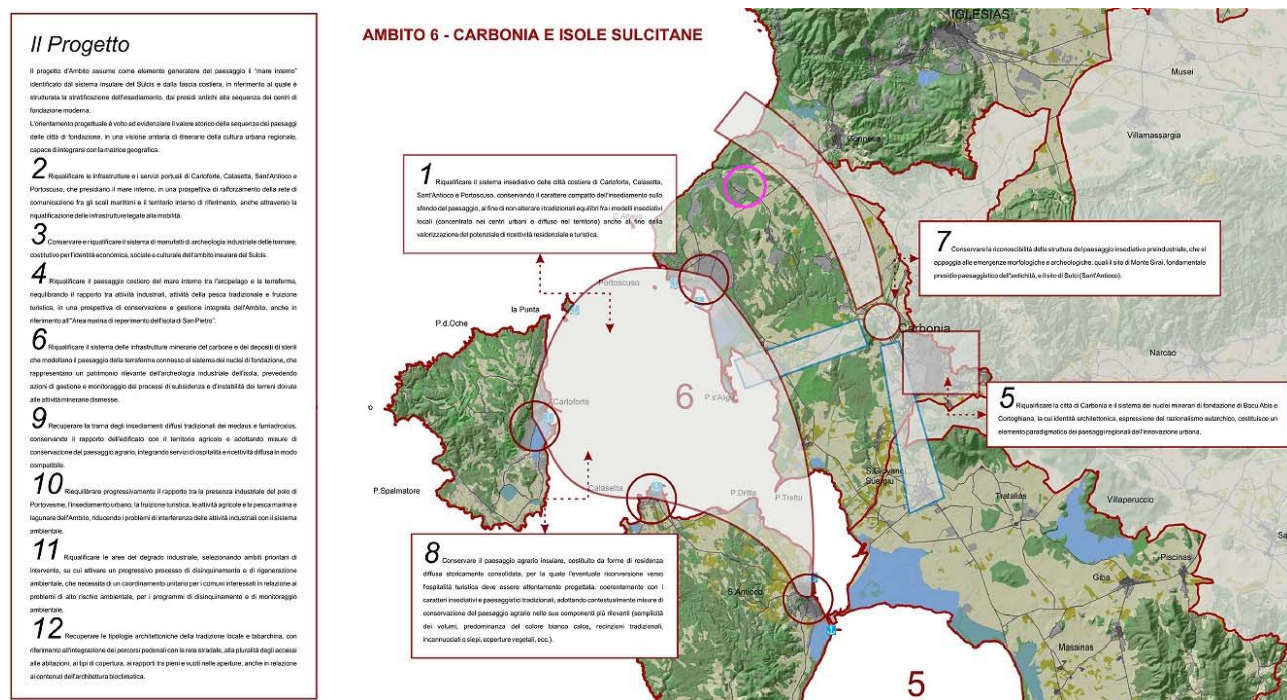
all'art.14 è altresì consentita la realizzazione di interventi non localizzati nelle zone omogenee A, B e C, finalizzati alla riqualificazione urbanistica ed edilizia di strutture per l'esercizio di attività ricettive, agricole, produttive e per servizi generali, previa verifica di compatibilità degli interventi proposti con le previsioni del P.P.R., e fatto salvo quanto previsto dagli articoli 146 e 147 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche e integrazioni;

5. Le attività e gli interventi di cui al precedente comma 4, sono autorizzati con delibera della Giunta regionale, su proposta dell'Assessore regionale all'Urbanistica, previa intesa in conferenza di servizi tra Comune, Provincia e Regione ai sensi della L.R. 40/90.

6. E' fatta salva la realizzazione degli interventi pubblici finanziati dall'Unione Europea, dallo Stato, dalla Regione, dalle Province, dai Comuni o dagli enti strumentali statali o regionali autorizzati con delibera della Giunta regionale, su proposta dell'Assessore regionale all'Urbanistica.

7. Ai piani attuativi ricadenti nella fascia dei 100 metri dal perimetro dei sistemi storico culturali individuati al comma 2 dell'articolo 59 si applicano, fino all'adeguamento dei rispettivi Piani Urbanistici Comunali, le norme di cui al precedente comma 4.

8. Dal momento dell'adozione del P.P.R. e fino alla sua approvazione, si applica l'articolo unico della Legge 1902/1952 e succ. mod. e integr., in riferimento al rilascio dei titoli abilitativi in contrasto con le disposizioni del presente articolo.



### Mappa – Stralcio del PPR per il settore dell'Ambito 6

Il settore nel quale ricade il territorio di Progetto e gran parte dell'area circostante è compreso nell'Ambito Costiero.

Il Progetto è coerente con gli indirizzi del PPR così come espresso nella tavola di riferimento per la Pianificazione Paesaggistica dove al Punto 6, si dice:

- Riqualificare il sistema delle infrastrutture minerarie del carbone e dei depositi di sterili che modellano il paesaggio della terraferma connesso al sistema dei nuclei di

**fondazione, che rappresentano un patrimonio rilevante dell'archeologia industriale dell'isola, prevedendo azioni di gestione e monitoraggio dei processi di subsidenza e d'instabilità dei terreni dovute alle attività minerarie dismesse,**

## **8.2 PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - PAI**

Nel corso del marzo 2005 è entrato definitivamente in vigore il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, P.A.I., che prevede una serie di limitazioni sulla pianificazione per le aree a pericolo di frana e/o di inondazione e di tutele e limitazioni sulle aree a rischio di frana e/o di inondazione.

Con la deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino regionale n° 1 del 27/02/2018 (pubblicata sul BURAS n° 17 - Parte I e II del 29/03/2018) e con la successiva deliberazione della Giunta Regionale n° 13/12 del 13/03/2018 sono state effettuate importanti modifiche e integrazioni alle Norme di Attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI).

Le modifiche alle norme sono state approvate con il Decreto del Presidente della Regione n° 35 del 27/04/2018, pubblicato sul BURAS n° 23 - Parte I e II del 03/05/2018.

Al fine di agevolare la consultazione delle Norme a seguito delle suddette modifiche sono stati redatti, ai soli fini divulgativi e per consentire una più agevole consultazione dei testi normativi vigenti, il "Testo coordinato - Aggiornamento 2023" e una relazione che illustra le principali modifiche introdotte; entrambi i documenti possono essere scaricati di seguito.

Il PAI originario mappava nell'area in oggetto, una sola zona di pericolosità idraulica, e nessuna zona di pericolosità geologica.

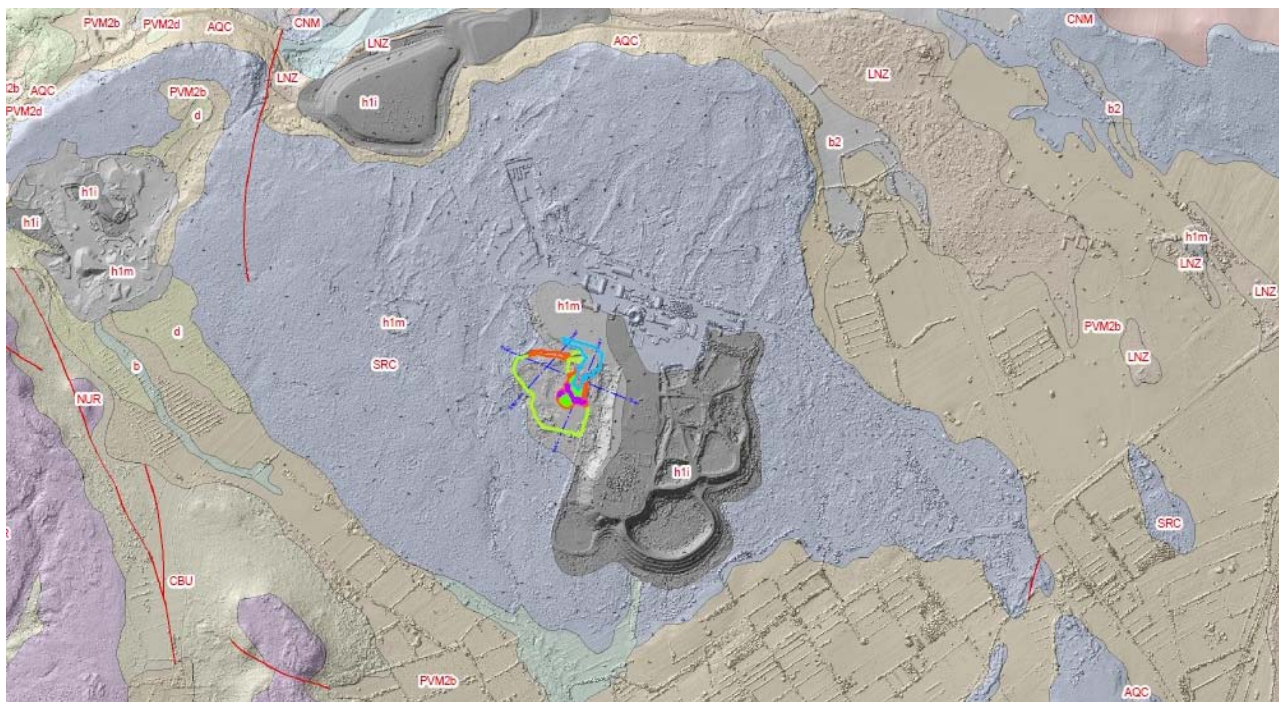
Sulla base dell'Art. 8 Comma 2 delle NTA del PAI i comuni sono tenuti a studiare il territorio in modo estensivo, e tali mappature producono una salvaguardia di 3 anni salvo che non vengano assentiti da una variante art. 37 o non siano stati inclusi nel PGRA.

**Il territorio di Gonnese è interessato da uno Studio ex Art. 8 c 2 approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità Regionale di Bacino, con Deliberazione N. 9 del 20.06.2013 - Comune di Gonnese – Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, relativo al procedimento di adozione del Piano Urbanistico Comunale di Gonnese - Approvazione, poi inserito nel Piano Gestione Rischio Alluvioni, si propone di prendere conoscenza dell'assetto idrogeologico vigente e di adeguarsi ad esso.**

Il settore studiato è caratterizzato dalla presenza dominante dei terreni detritici e vulcanici cenozoici, ricoperti solo marginalmente da suoli quaternari.

In particolare, il Comparto D1.2 ed in particolare il settore della Variante proposta (aree 11 e 4) insistono su:

- **h1r, Depositi antropici.** Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE
- **SRC, RIOLITI DI SERUCI, (SRC).** Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico, densamente saldati, a tessitura eutassitica, con cristalli liberi di Pl, scarsi Opx, Cpx, Fa, spesso con livello vitrofirico alla base. MIOCENE ?INF.-?MEDIO (?BURDIGALIANO SUP. - ?LANGHIANO)



### **Geolitologia dell'area del Comparto D 1.2**

Le perimetrazioni proposte sia idrauliche che geologiche non evidenziano significative problematiche a carico delle attività o della presenza umana.

Sono presenti, nell'ambito delle aree studiate e interessate dalla trasformazione, sufficienti auto mitigazioni.

**In ogni caso sono da annotare una serie di fenomeni e attività da considerare ai fine della tutela idrogeologica e che giustificano, talvolta, la necessità di una perimetrazione Hg2 estesa alle aree delle discariche e dei bacini fanghi comunque non ostativa rispetto alla proposta Progettuale.**

Tali mappature, diversamente dal PAI Vigente, sono registrate nella Proposta di Variante Generale di cui alla **Deliberazione C.I. Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 18/2022 del 2022-12-27 - Oggetto: Schema di attività finalizzate all'adozione preliminare della variante generale del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) – parte frane**, relativa allo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei **SUB BACINI 1 (SULCIS), 2 (TIRSO), 4 (LISCIA), 5 (POSADA-CEDRINO), 6 (SUD-ORIENTALE), 7 (FLUMENDOSA – CAMPIDANO- CIXERRI)**. Approvazione cronoprogramma, una mappatura definita: **Proposta di variante Generale al Piano di Assetto Idrogeologico per la Riperimetrazione delle aree di pericolosità geomorfologica**, ai sensi dell'Art. 37, c. 3 lett. b, delle NTA PAI, derivante da studi di maggior dettaglio, adeguata alle attuali NTA PAI (2023/02/21).

**Al suo interno, come riportato nella Tavola relativa, la Pericolosità Hg cartografata è Hg2.**





**Pericolosità geomorfologica (Hg) vigente sull'area 11**



**Pericolosità geomorfologica (Hg) proposta dalla Variante del 27/12/2022 sull'area 11**



### 8.3 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

Il Piano di Gestione del Rischio di alluvioni è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni.

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n° 1 del 18/12/2014, ai sensi dell'art. 13 del D. Lgs 152/2006 è stato approvato il Rapporto Preliminare, e con la comunicazione all'autorità competente è stata avviata la procedura di VAS.

Rimandando per una descrizione approfondita della procedura di VAS del PGRA all'apposita sezione di questo sito, si elencano di seguito le principali versioni del Piano redatte durante il processo di predisposizione:

- Progetto di PGRA - Del. C.I. n° 1 del 18/12/2014;
- Proposta di PGRA - Del. C.I. n° 1 del 31/07/2015;
- PGRA approvato a livello regionale - Del. C.I. n° 1 del 17/12/2015;
- Versione finale del PGRA e approvazione definitiva - Del. C.I. n° 2 del 15/03/2016.

Il Piano, approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n°2 del 15.03.2016 è prodotto in Attuazione della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n° 49.

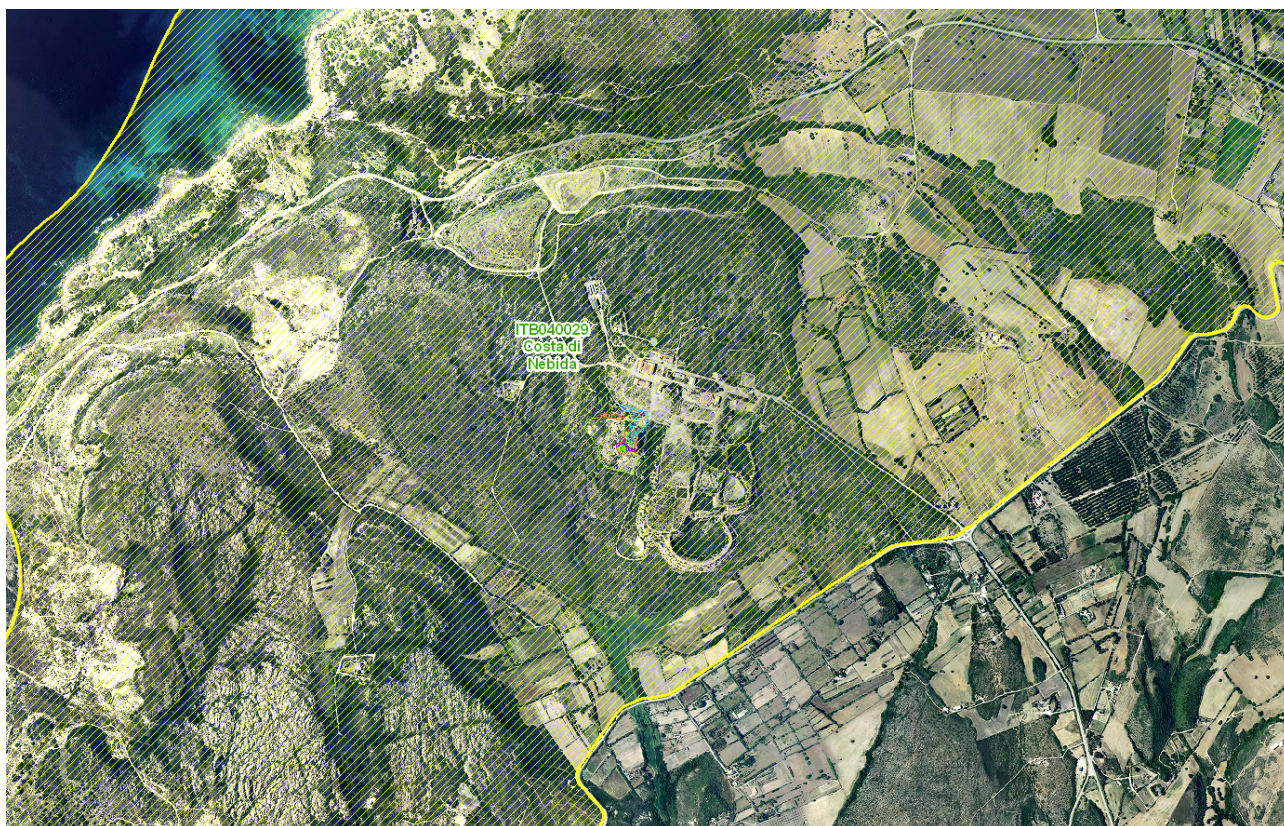
Con esso sono stati modificati alcuni articoli delle **NTA PAI ed introdotto il capo V** delle stesse.

Il settore in studio non è interessato da aree mappate negli scenari del PGRA.

L'ultima stesura delle NTA PAI che raccordano PAI, PSFF e PGRA è datata 2023.

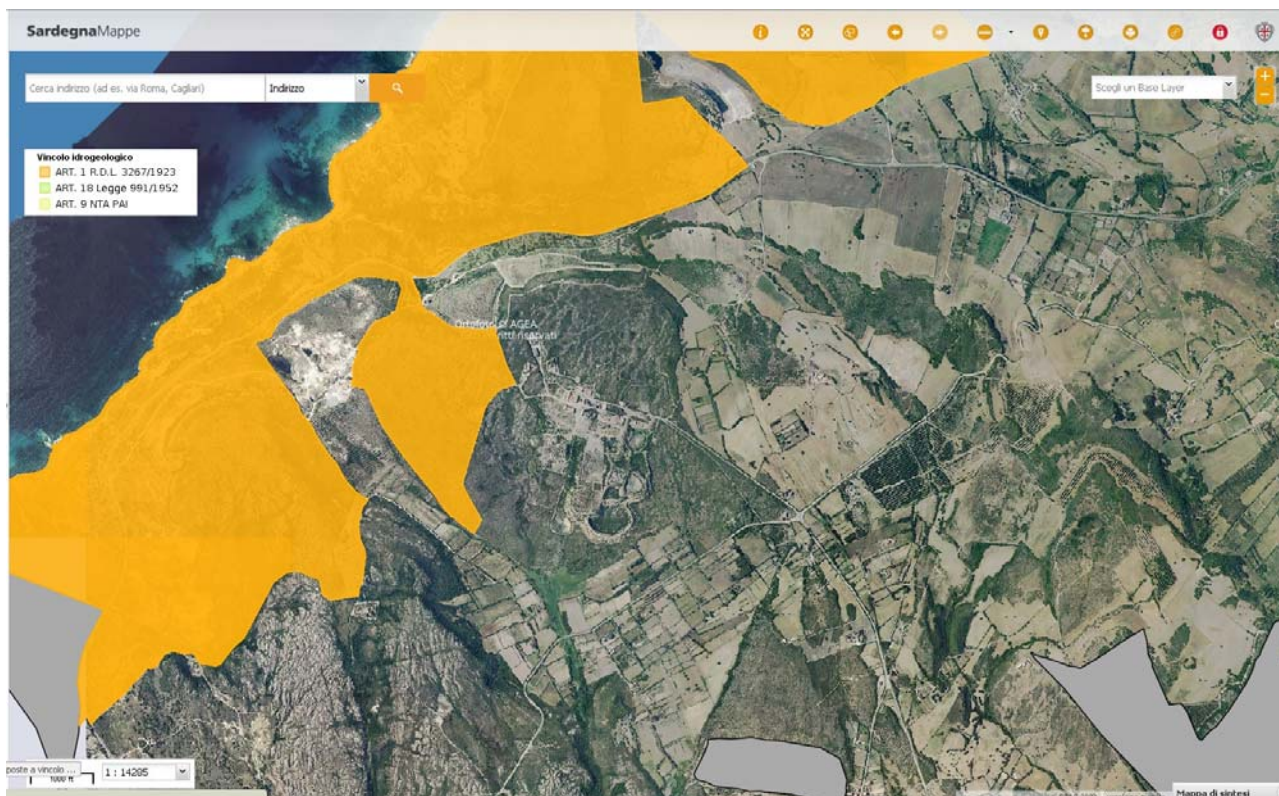


#### 8.4 AREE TULATE DAL PROGETTO NATURA 2000



L'area del Progetto è interna alla **ZSC ITB 040029 – “Costa di Nebida”** ma l'area interessata dalle attività non è caratterizzata da habitat mappati dai monitoraggi.

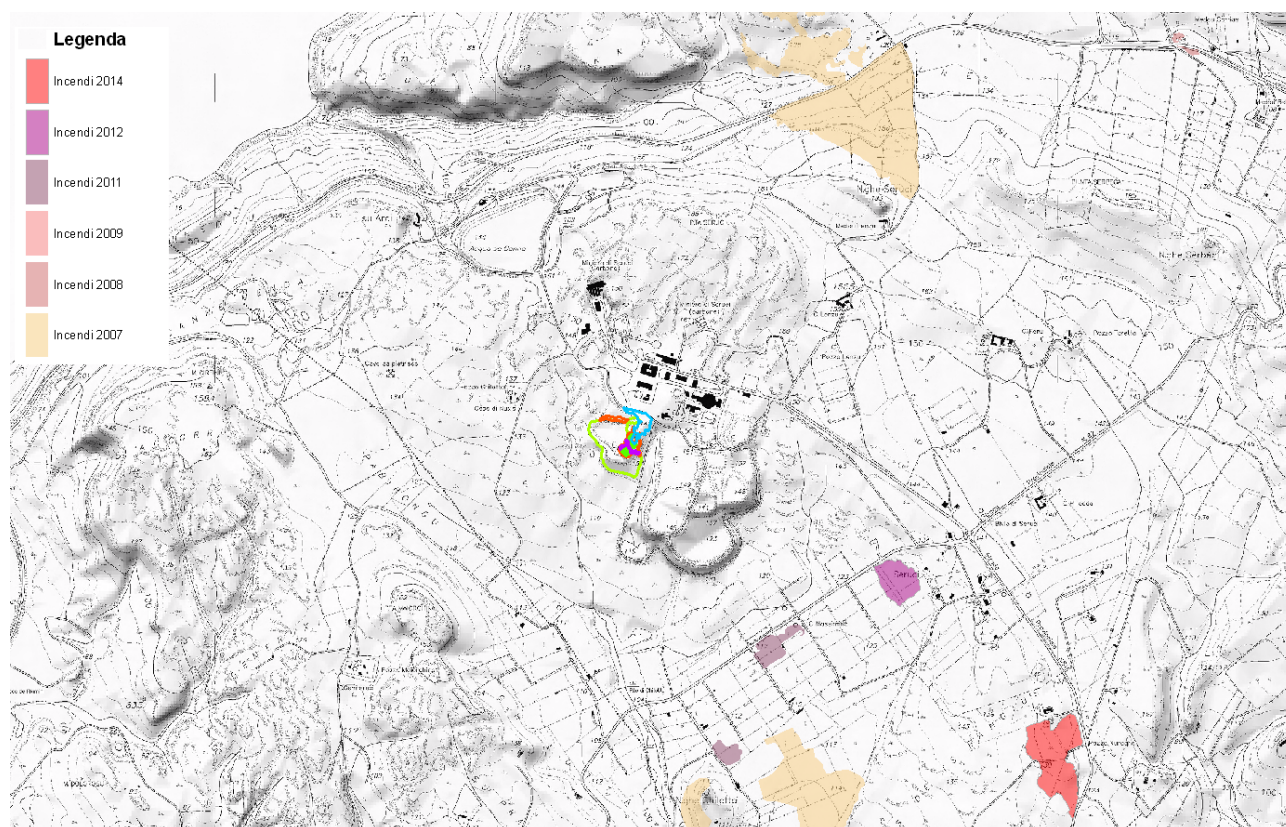
#### 8.5 AREE SOGGETTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO (3267/1923)



L'area del Progetto non è soggetta al vincolo idrogeologico.



## 8.6 AREE PERCORSE DA INCENDI



L'area del Progetto **non è stata percorsa da incendi** nelle mappature RAS-geoportale, dal 2005 al 2022 salvo che nel 2023 nel settore della discarica.

## 9 IL PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE

Il Progetto di recupero ambientale della miniera di Seruci del 2015 aveva una serie di Obiettivi.

Le finalità degli interventi di messa in sicurezza di riferimento sono:

- eliminare o comunque limitare al minimo le situazioni di potenziale pericolo per le persone, animali e ambiente.

Le finalità degli interventi di recupero ambientale e paesaggistico invece sono di tre tipi:

- Obiettivi di tipo ambientale
- Obiettivi di tipo paesaggistico
- Obiettivi di tipo ecosistemico

**In particolare, gli obiettivi di tipo ambientale sono:**

- Progressiva stabilizzazione nel tempo del ciclo delle acque meteoriche incidenti sull'area per il raggiungimento di un bilancio idrico conforme alle condizioni meteo-climatiche dell'area, che consenta l'evoluzione di una vegetazione autosostentante.
- Contenimento dei fenomeni di erosione, causati soprattutto dal ruscellamento delle acque sulla superficie sommitale e, soprattutto, lungo le scarpate degli argini del manufatto.
- Abbattimento dei fenomeni di erosione eolica e quindi di diffusione delle polveri.

**Gli obiettivi di tipo paesaggistico sono:**

- ReInserimento dell'opera nel contesto territoriale circostante.
- I criteri generali d'intervento non devono essere rivolti quindi all'ottenimento del massimo gradodi naturalità dei luoghi, bensì al corretto inserimento dell'opera riqualficata all'interno del contesto territoriale e paesaggistico in cui si trova.
- Mitigazione della geometricità dell'opera, con l' attenuazione ed il mascheramento della linearità della stessa, attraverso l'introduzione di elementi di discontinuità naturaliformi, limitando in tal modo l'impatto visivo che l'artificiosità che i manufatti suscitano.
- Mitigazione dell'intervisibilità dell'opera.

**Gli obiettivi di tipo ecosistemico sono:**

– Realizzazione di un ambiente dove l'evoluzione della copertura vegetazionale e delle funzionalità e relazioni ecosistemiche sia tale da garantire il raggiungimento di uno stato di equilibrio.

Gli obiettivi sopraelencati devono essere raggiunti nel più breve tempo possibile dal momento iniziale del recupero; pertanto è necessario utilizzare specie di facile attecchimento, con spiccate caratteristiche di rusticità (resistenza a stress idrici, limitate esigenze in nutrizione minerale) e rapidità di accrescimento, e tecniche di intervento tali da garantire una copertura vegetazionale e l'effetto mitigativo a breve termine, limitando gli interventi colturali soltanto alle prime fasi d'impianto.

### 9.1 Rinaturalizzazione e riqualficazione ambientale e paesaggistica

Con la riqualficazione ambientale e paesaggistica si deve tendere a un miglioramento delle condizioni ambientali generali e alla ricomposizione del paesaggio, attraverso l'eliminazione degli

elementi di alterazione e di “rottura” del quadro scenico, indipendentemente dai mezzi utilizzati per il conseguimento di detti obiettivi.

Con la rinaturalizzazione si deve tendere al ripristino delle pregresse condizioni di naturalità di un sito.

Questi interventi sono normalmente proponibili solo su aree a originaria valenza naturale o seminaturale, nel caso in cui le condizioni ambientali e territoriali post-operam consentano tecnicamente e suggeriscano, sotto l'aspetto ecosistemico e paesaggistico, il ritorno alle originarie condizioni.

In particolare, per quanto riguarda la scelta delle specie da impiegare negli interventi di recupero, risulta di fondamentale importanza considerare le peculiarità climatiche e pedologiche dell' area destinate al recupero.

Le specie utilizzate hanno le stesse caratteristiche ecologiche di quelle originariamente presenti nel sito e dovranno essere in grado di adattarsi a condizioni pedologiche e ambientali “difficili”, in quanto, in genere il substrato vegetante di copertura è comunque un substrato alloctono.

## **9.2 Area di intervento - Seruci**

### **9.2.1 Stato di fatto e criticità**

Il cantiere minerario di Seruci è ubicato nella porzione settentrionale della Concessione Mineraria “Monte Sinni”, a circa 1,2 km in linea d'aria in direzione SE dalla linea di costa, a circa 3,3 km ad W rispetto all'abitato di Bacu Abis ed a 1,6 km a NW rispetto alla frazione di Nuraxi Figus.

Il sito è raggiungibile percorrendo, da Gonnese, la S.S.126 in direzione Cortoghiana ed imboccando, prima dell'abitato di Bacu Abis, la S.P.82 in direzione Portoscuso. Dopo circa 3.7 km si sopraggiunge all'incrocio che conduce, sulla destra dopo circa 800 m, alla miniera di Seruci e, sulla sinistra, a circa 2,7 km, all'abitato ed al cantiere estrattivo attivo di Nuraxi Figus.

Lo sfruttamento minerario del sito di Seruci fu avviato alla fine degli anni '50 da parte della società Mineraria Carbonifera Sarda, che progettò e gestì l'attività estrattiva con metodi all'epoca considerati d'avanguardia. A metà degli anni '60, a seguito della nazionalizzazione del comparto elettrico, la Mineraria Carbonifera Sarda cedeva ad ENEL tutte le proprie miniere del bacino Sulcitano.

A seguito della crisi del comparto, nel 1972 Enel sospese di fatto ogni produzione nell'area del Sulcis e, a metà degli anni Settanta, si sganciò definitivamente dal settore dell'estrazione del carbone.

L'attività rimase inattiva per 16 anni, sino al 1988, anno in cui, dopo una serie di passaggi di proprietà, fu ripresa la produzione ad opera di una nuova società a capitale regionale, la Carbosulcis, che rilevò dall'Enel l'intera attività mineraria del Sulcis.

Infine, nel 1992 venne smantellata la laveria di Seruci e il materiale estratto dal sottosuolo nel suo cantiere estrattivo cominciò ad essere trasferito e trattato nella nuova laveria di Nuraxi Figus.

Il cantiere minerario in superficie è esteso complessivamente per circa 41,5 ha, di cui circa 10,5 occupati dall'area impianti e fabbricati (per una volumetria edificata di circa 65.000 m3).

**La restante parte è invece stata in prevalenza utilizzata per la costituzione di discariche minerarie, aspetto in questo caso costituente il motivo centrale della variante.**



### 9.2.2 Area discariche

La superficie occupata dalle “discariche minerarie” di Seruci si estende complessivamente per circa 19 ha. Nei bacini di deposito presenti nel cantiere i rifiuti sono stati conferiti fino al 1992, anno in cui è entrata in servizio la laveria di Nuraxi Figus ed è stata dismessa e smantellata quella di Seruci.



Le strutture di deposito dei materiali sterili conseguenti l'arricchimento del carbone (le "discariche") sono state realizzate seguendo grossomodo la seguente procedura:

- Veniva creato un bacino di decantazione, delimitando un'area con degli argini formati dallo sterile grossolano proveniente dalla laveria (ove avveniva il lavaggio e la separazione del carbone);
- si pompava all'interno del bacino di decantazione una torbida costituita dai fini di processo;
- al procedere del processo di sedimentazione, l'acqua chiarificata veniva allontanata tramite sfioratori e convogliata in un canale di raccolta;
- una volta che il bacino di decantazione veniva completamente saturato dai fini di decantazione, lo si lasciava asciugare completamente e si procedeva al ripristino ambientale tramite piantumazione di essenze arbustive (vedere area rivegetata a Sud dell'area B);
- si passava quindi alla formazione ed all'utilizzo di un nuovo bacino di decantazione costruito in adiacenza a quello esaurito.

In tal modo, l'area delle discariche minerarie si è estesa nel tempo secondo un asse orientato Nord - Sud, progredendo dalle superfici più vicine alla laveria (in prossimità dell'area fabbricati) a quelle via via più distanti, sino alla conformazione del 2015, momento di avvio del Progetto.

Dallo studio delle foto aeree e dalle rilevazioni condotte in sito, era possibile distinguere n.11 diverse strutture di deposito presenti all'interno del cantiere di Seruci.

Le aree interessate dalle "discariche" sono state affrontate singolarmente in funzione delle caratteristiche della struttura delle stesse.

**L'oggetto della presente Variante al progetto originario sono le aree 4 e 11**

### **9.2.3 Le aree di progetto**

Di seguito viene riportata una breve descrizione e classificazione delle singole aree identificate:

- **bacino n. 1**

Si tratta di un vecchio bacino di decantazione dei fini di processo, i cui argini sono stati realizzati con lo sterile grossolano proveniente dal trattamento del carbone grezzo. Allo stato attuale si presenta con un'estensione di circa 3.700 m<sup>2</sup> ed è quasi completamente vuoto, con una volumetria residua disponibile di circa 10.300 m<sup>3</sup>.

- **bacino n. 2**

Vasca anche in questo caso si tratta di una vasca realizzata con argini in sterile grossolano per la decantazione della torbida di processo in uscita dalla laveria. Il bacino si presenta parzialmente riempito dai fini di sedimentazione, occupando, nella parte sommitale, una superficie di circa 7.300 m<sup>2</sup> e con un volume libero ancora disponibile di circa 10.600 m<sup>3</sup>.

- **bacino n. 3**

Vasca di decantazione dei fini di processo con argini in sterile grossolano proveniente dal trattamento del carbone grezzo. Allo stato attuale si presenta con un'estensione di circa 5.850 m<sup>2</sup> e quasi completamente saturo di fini, con una volumetria residua disponibile di circa 2.550 m<sup>3</sup>.

- **bacino n. 4**

vasca di decantazione dei fini di processo. Il bacino si presenta completamente vuoto, con argini in sterile grossolano alti, circa 10 - 11 m. La vasca occupa una superficie di circa 8.400 m<sup>2</sup>, con una volumetria disponibile di circa 45.230 m<sup>3</sup>.

- **bacino n. 5**

Vasca di decantazione dei fini di processo con argini in sterile grossolano. Attualmente si presenta quasi completamente saturo di materiali fini e la sua sommità è attraversata diagonalmente da una pista realizzata in materiali grossolani. Ha un'estensione di circa 6.900 m<sup>2</sup>. e una volumetria residua di circa 11.740 m<sup>3</sup>.

- **bacino n. 6**

E' un vecchio bacino di decantazione dei fini di processo e delle acque di drenaggio dei piazzali e della laveria, con un estensione superficiale di circa 5.400 m<sup>2</sup>. Alla base del suo argine W confluisce un canale in cls, raccordato ad un canale a fondo naturale che attraversa il sito in direzione N-S partendo dalla laveria. Come per le vasche precedenti, i suoi argini sono realizzati con lo sterile grossolano in cui non sono rilevabili, ad un primo esame visivo, principi di smottamenti o di instabilità. La depressione presenta una percentuale di riempimento abbastanza ridotta, con una volumetria residua di circa 26.660 m<sup>3</sup>.

Il fondo si presenta in buona parte ricoperto da vegetazione di invasione riconducibile alla macchia bassa.

- **bacino n. 7**

Vasca di decantazione dei fini di processo con argini in sterile grossolano, allo stato attuale si presenta parzialmente riempito di materiali fini, con un'estensione superficiale di circa 8.500 m<sup>2</sup> ed una volumetria residua di circa 28.330 m<sup>3</sup>.

- **bacino n. 8**

Vasca di decantazione dei fini di processo con argini in sterile grossolano attualmente completamente saturo, con la superficie sommitale ripristinata e piantumata. Sugli argini non sono apprezzabili segni di locali instabilità. Ha un'estensione di circa 19.600 m<sup>2</sup>.

- **bacino n. 9**

Vasca di sedimentazione mai entrata in esercizio, costruita con ogni probabilità all'inizio degli anni '90. Il bacino, al margine interno della berma sommitale, ha un'estensione di circa 28.100 m<sup>2</sup> e un'altezza rispetto al fondo variabile dai circa 25 m sul lato N ai circa 16 m sul lato S.

Non si evidenziano fenomeni di instabilità riguardanti l'intero corpo del rilevato, ad eccezione di alcune locali forme di calanchismo sul paramento esterno dell'argine, da imputarsi verosimilmente all'azione erosiva delle acque meteoriche non regimate su limitate superfici acclivi del terrapieno.

**Tale bacino verrà rimodellato morfologicamente mediante l'eliminazione dell'argine Sud; il materiale di risulta verrà utilizzato nell'ambito dello stesso sito, per il rimodellamento morfologico delle altre vasche.**

- **area n. 10**

(area B nelle tavole 2, 3 e 5 del Progetto 2015) – E' un vecchio piazzale di stoccaggio formato da un riporto di fondo in sterile grossolano proveniente dal trattamento del carbone. Sulla sua sommità sono stati accumulati in tempi recenti (primi anni 2000) dei fini di processo che, con ogni probabilità, sarebbero dovuti essere distribuiti superficialmente per poi procedere ad opere di piantumazione simili a quelle realizzate alla sommità del bacino n. 8. La vegetazione presente è



molto scarna e per lo più da vegetazione della macchia mediterranea bassa pioniera o di ricolonizzazione naturale.

- **area n. 11**

(area A nelle tavole 2, 3 e 5 del Progetto 2015) –

Si tratta di un vecchio cumulo costituito da sterile grossolano proveniente dal trattamento del carbone. Sulla sua superficie sono evidenti i segni di escavazione per l'asportazione del materiale (che secondo alcune informazioni indirette è stato con probabilità utilizzato nella costruzione dell'argine drenante del bacino fini di Nuraxi Figus negli anni 1998 – 2002 e per la realizzazione degli argini del vecchio deposito preliminare alla fine degli anni '90).

**Allo stato attuale la superficie si presenta quindi disturbata e disordinata, con la presenza di cumuli e depressioni, in cui si evidenzia la necessità di un intervento di rimodellamento morfologico per la sua armonizzazione con le aree circostanti.**

**Anche in questo caso l'area non è stato sottoposto ad alcun intervento di recupero ambientale e la scarna vegetazione presente è costituita per lo più da vegetazione della macchia mediterranea bassa pioniera o di ricolonizzazione naturale.**

#### **9.2.4 Tipologia di interventi previsti nelle aree 11 e 4**

Relativamente alle aree citate, gli interventi previsti si distinguono in attività di :

- Rimodellamenti morfologici degli accumuli delle discariche;
- Ripristino ambientale.

## **10 INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO 2015 ED ATTUATI**

### **10.1 Rimodellamenti morfologici, chiusura e ripristino ambientale area discariche minerarie**

L'impianto di trattamento del grezzo minerario in servizio presso il cantiere di Seruci, dismes so nel 1992, produceva una torbida contenente materiali fini che veniva stoccata in situ all'interno di bacini di sedimentazione realizzati appositamente.

L'interruzione del processo trattamento ha interrotto l'apporto dei fini di laveria all'interno dei bacini prima del loro completo riempimento lasciando quindi una volumetria residua da ritombare.

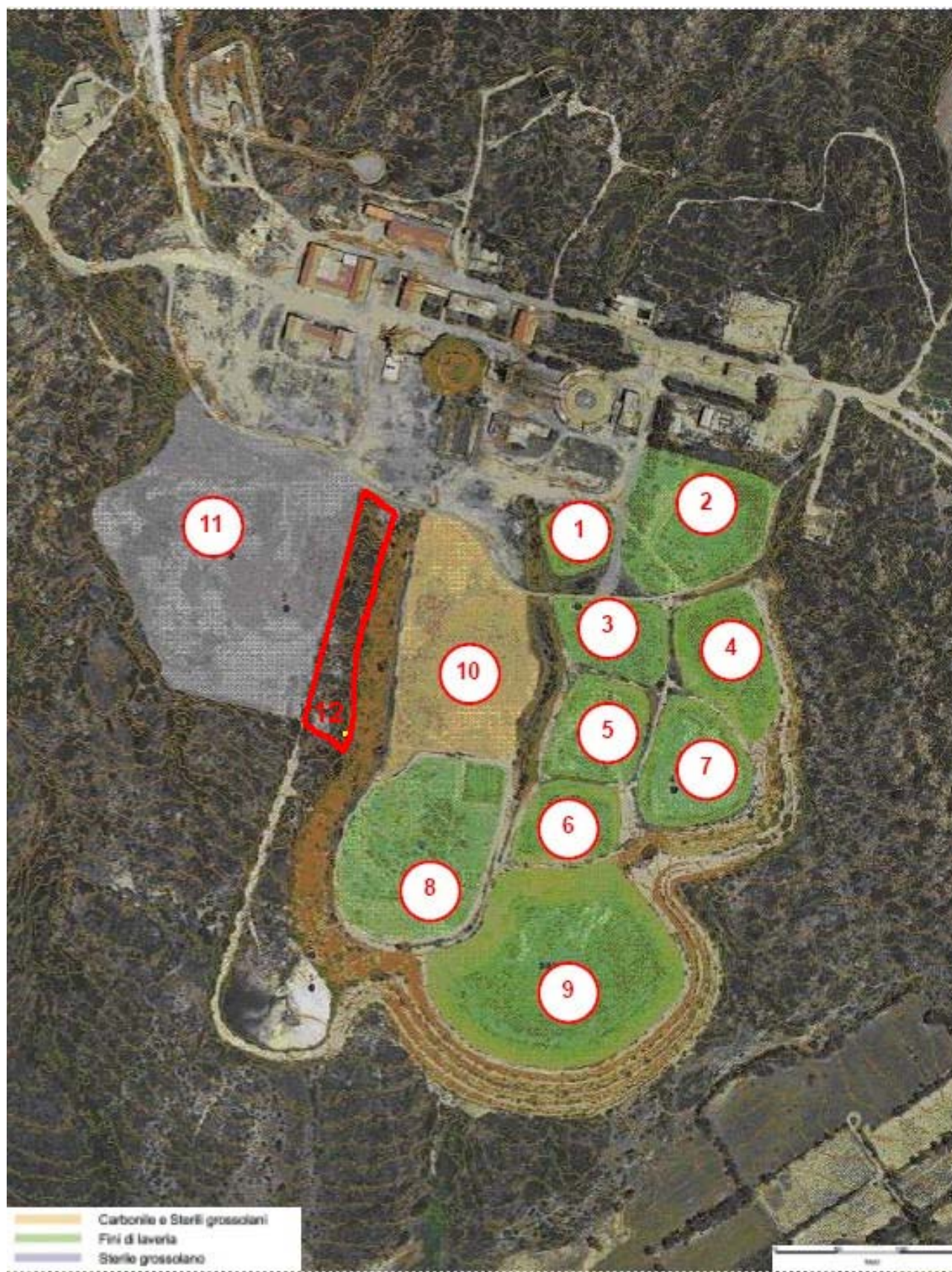
Le attività di chiusura e ripristino del sito di Seruci interesseranno le aree di discarica e quelle adiacenti.

La chiusura e ripristino interesserà le aree "A", "B" e "C" riportate in **Tav. 3**.

Gli interventi previsti dal **Progetto 2015** erano:

- Realizzazione di una rete di regimazione delle acque meteoriche del sito;
- Rimodellamento morfologico dell'area secondo le quote di progetto, evidenziate in **Tav. 3**;
- Rinverdimento e rinaturalizzazione delle scarpate e delle berme esterne costituenti gli argini delle discariche ed aree circostanti (aree A e B **Tav. 3**);
- Rinverdimento e rinaturalizzazione delle aree sommitali dei bacini rimodellate.

Gli interventi sono riportati nelle tavole da 3 a 5 e le verifiche di stabilità dei rilevati sono riportate in **Allegato 1 del Progetto 2015**.



*Il settore in rosso costituisce un area cuscinetto dove transitava la Teleferica per Portovesme che costituisce oggi la pertinenza del canale di scolo artificiale*



## **10.2 Regimazione delle acque**

Attualmente in sito non vi è una rete di regimazione delle acque meteoriche ed è quindi necessario prevedere la realizzazione di opere che ne favoriscano il deflusso controllato verso valle senza che si innescino fenomeni erosivi che possano influire sulla stabilità dei versanti e sull'evoluzione della vegetazione sovrastante.

La regimazione verrà effettuata mediante l'utilizzo di fossi di guardia e canali a fondo naturale nelle aree a minore pendenza presenti sulle superfici sommitali degli argini, sulle aree subpianeggianti dei bacini e sulle piste di coronamento che non presentano pendenze rilevanti. Per le aree a maggior pendenza, quali le superfici delle scarpate degli argini, saranno impiegati embrici prefabbricati in cls, per il convogliamento delle acque ed il loro allontanamento dal sito. Il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni interrato nei tratti di intersezione della rete viaria con quella di regimazione e dovrà inoltre essere disposta una tubazione interrata di collegamento tra il fondo attuale della vasca sud e gli embrici posti esternamente all'argine (Tav. 3 - 4).

## **10.3 Rinverdimento e rinaturalizzazione degli argini (Progetto 2015)**

Al fine di perseguire gli obiettivi sopracitati di tipo paesaggistico ed ecosistemico, il presente progetto prevede il rinverdimento e la rinaturalizzazione degli argini e delle superfici sommitale dei bacini e delle aree di cantiere.

### **10.3.1 Rinverdimento degli argini**

L'intervento dovrà essere eseguito rispettando le seguenti fasi operative:

- Apporto di terreno vegetale sulle superfici piane costituenti le berme degli argini con l'utilizzo di mezzi a cassone ribaltabile di piccole dimensioni;
- Stesura e regolarizzazione per strati successivi, del materiale riportato, fino al raggiungimento di uno spessore pari a 30 cm., con l'utilizzo di miniescavatori cingolati;
- Rimodellamento manuale delle superfici a scarpata erose (eliminazione calanchi), al fine di costituire un fondo stabile ed omogeneo adatto alla stesura e al fissaggio della georete;
- Stesura e fissaggio della georete in corrispondenza delle superfici erose al fine di proteggere il suolo e aumentare la capacità di attecchimento delle essenze erbacee ed arbustive di cui si prevede l'idrosemina. la stesura della rete verrà eseguito posizionando la bobina sulla parte sommitale del pendio e procedendo gradualmente allo srotolamento verso valle. Il fissaggio lungo il pendio dovrà avvenire mediante infissione di cavallotti in acciaio nel terreno, mentre il margine superiore della rete dovrà anche essere ricalzato con il terreno.
- Realizzazione di idrosemina meccanizzata delle superfici a scarpata e delle berme, costituenti gli argini. Per lo svolgimento delle operazioni si prevede l'avvicinamento del mezzo con autobotte utilizzando la pista di servizio presenti sulle berme, lo spandimento della miscela da eseguirsi con operatore a terre o con l'ausilio di cestello elevatore per le aree di difficile accesso. La miscela irrorata dovrà contenere una miscela di sementi composta da essenze erbacee ed arbustive autoctone, in quantità sufficiente a garantire una adeguata copertura vegetale dell'area (non meno di 40 g/m).

### **10.3.2 Rimodellamento dell'area**

Al fine di eseguire le operazioni di chiusura e ripristino del sito e delle discariche ricadenti in esso si prevede un rimodellamento morfologico dell'area, che favorisca il reinserimento ambientale e paesaggistico nel contesto territoriale circostante.

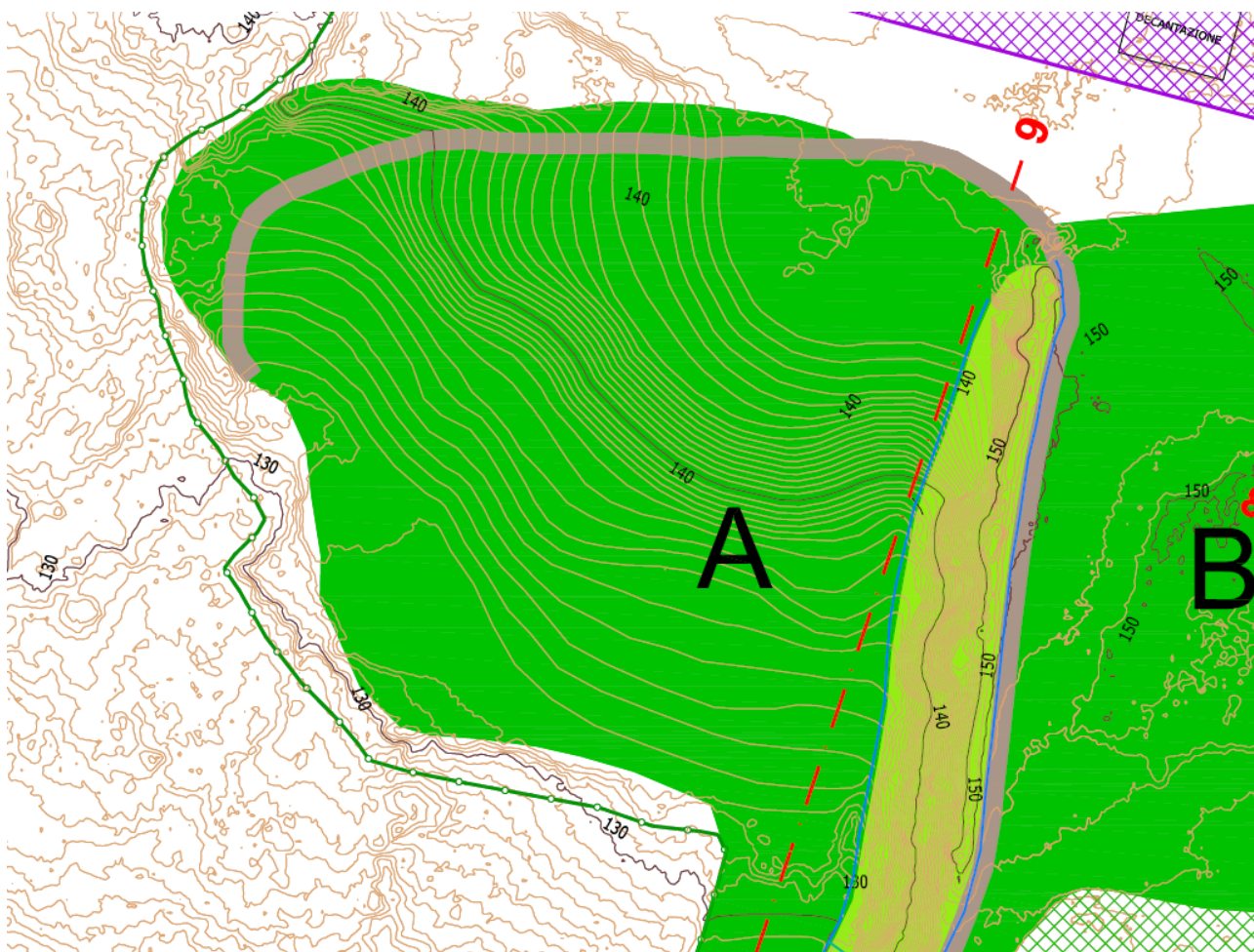
Il rimodellamento interesserà principalmente le aree di scarica. Il progetto prevede il riporto di materiale sterile (inerte grossolano), all'interno delle vasche fino al completo ritombamento.

Il materiale da utilizzarsi per il ritombamento delle vasche sarà recuperato dal rimodellamento del Bacino n. 9 ed in particolare con l'asportazione del materiale costituente l'argine esterno di detto bacino. Al fine di ridurre al minimo i costi operativi e l'esposizione eolica dei cumuli temporanei si è previsto di procedere in maniera concomitante alle operazioni di rimodellamento dell'argine sud del bacino n. 9 ed al ritombamento degli altri bacini. Le attività di ritombamento procederanno secondo direzione NE-SW.

**L'ultima fase prevederà la risistemazione definitiva dell'area 11 della Figura 3.1/II (non concluso ed oggetto della presente variante).**

Le operazioni di ripristino sono state eseguite come di seguito schematizzate:

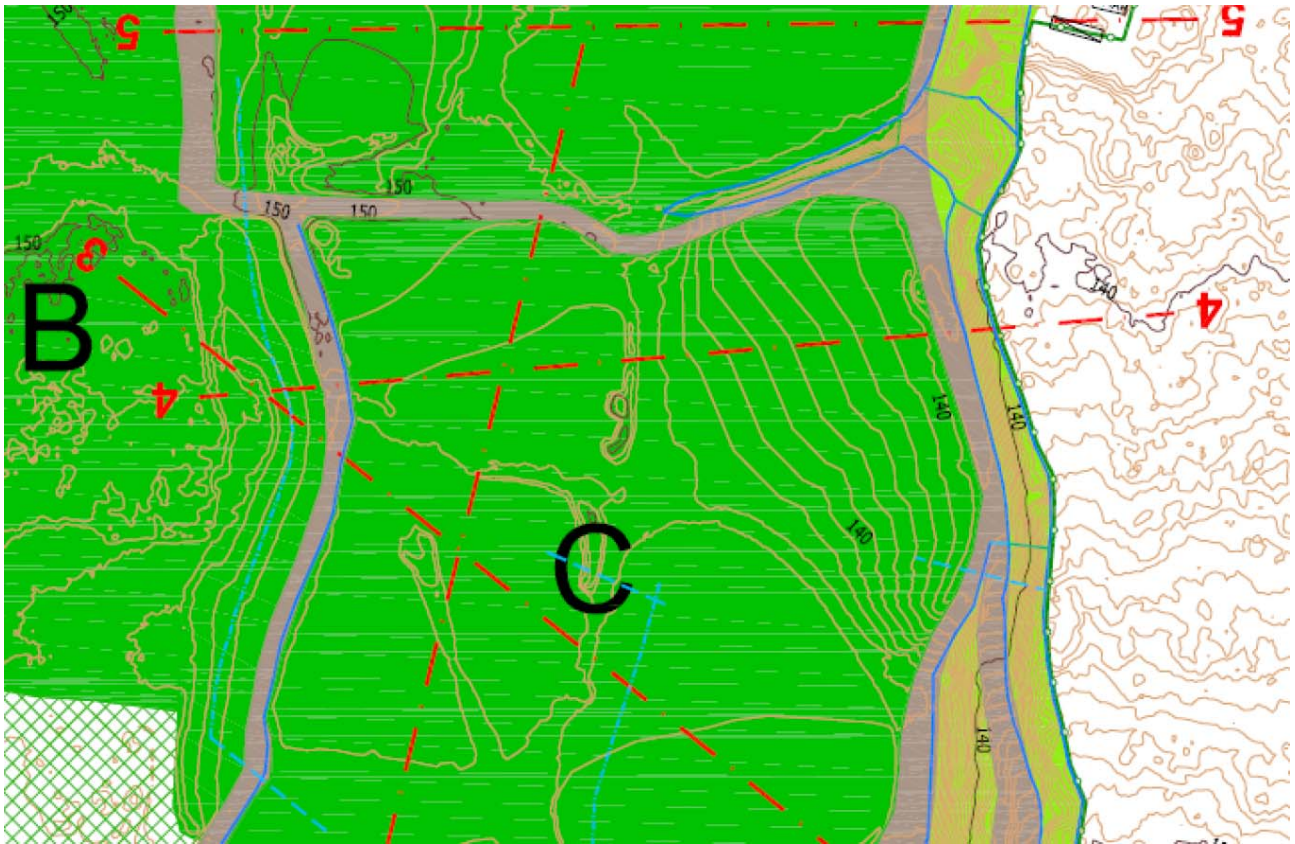
- asportazione del materiale dall'argine S del bacino n.9, carico su autocarro ribaltabile mediante l'utilizzo di escavatore;
- trasporto del materiale nelle aree da ripristinare;
- scarico del materiale ;
- rimodellamento del materiale per la formazione di un piano regolare ed uniforme con l'utilizzo di pala meccanica;
- compattamento del materiale utilizzando un rullo compattatore fino al raggiungimento di un piano compatto ed omogeneo.



**Area 11 – Configurazione topografica originariamente prevista nel Progetto 2015 (tav 3)**



Le operazioni di colmata delle aree 4 e 7 hanno portato al quasi completo raggiungimento delle quote di progetto impiegando il materiale proveniente dal rimodellamento morfologico del Bacino n. 9 secondo le quote di progetto previste nella Tav. 3 del progetto 2015.



*Sopra assetto finale aree 4 e 7 da Progetto 2015 e sotto stato attuale (fine modellazioni)*



1:1098 UTM 32N (WGS84) (449988,758, 4343758,105 m) [WGS84] 39° 14' 30,095845" N, 8° 25' 13,703484" E

### **10.3.3 Apporto di terreno vegetale sulle aree sommitali dei corpi di discarica**

Al fine di fornire al sistema un adeguato substrato di coltura, a supporto del rinverdimento e della rinaturalizzazione delle aree sommitali dei corpi di discarica, si prevede il completamento della copertura della superficie, tramite la formazione di uno strato composto mirante a costituire uno substrato edafico di 30 cm formato dagli sterili in posto in miscelazione con una percentuale di compost di qualità compresa tra il 5 - 25% sul volume, integrati da un concime chimico in ragione di 80 kg/ha di N (cit. aut. Var non sost. Prot. n° 3934 del 25/01/2024 Dir. Ass. Ind. RAS), finalizzato all'attecchimento delle specie vegetali.

### **10.3.4 Rinverdimento e rinaturalizzazione delle aree sommitali.**

Al fine di perseguire gli obiettivi sopracitati di tipo paesaggistico ed ecosistemico, il presente progetto prevede il rinverdimento e la rinaturalizzazione e delle superfici sommitali dei corpi delle discariche minerarie.

L'intervento ha seguito le seguenti fasi operative:

- preparazione meccanizzata del letto di semina costituito dalla stesa del tecnosuolo composito. La preparazione dovrà comprendere le fasi di erpicatura e distribuzione di ammendanti, fino alla costituzione dell'ottimale piano di semina;
- preparazione delle buche atte ad ospitare la piantumazione di specie arboree ed arbustive;
- impianto di esemplari arborei ed arbustivi, di specie autoctone, a formare un impianto dalle caratteristiche naturaliformi per disposizione e concentrazione ad ettaro. Il sesto di impianto prevede la posa di 50 esemplari arborei e 100 arbustivi ad ettaro, in analogia e continuità con l'esistente sulle aree limitrofe;
- semina meccanizzata di essenze erbacee autoctone dotate di spiccata rusticità, già presenti naturalmente nelle aree circostanti il sito, al fine di favorire il reinserimento paesaggistico.
- operazioni di bagnatura solamente per gli esemplari arborei ed arbustivi durante la prima stagione vegetativa e l'eventuale sostituzione delle fallanze al termine della stessa.



## 11 LA VARIANTE AL PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE

Nel quadro del Progetto 2015, come si evince dal raffronto tra le immagini sottostanti, rimangono da portare a termine alcune attività.



***Area dei bacini al giugno 2022***



***Area dei bacini all'ottobre 2023***

Le differenze altimetriche localmente riscontrabili rispetto al progetto originario, sono da ritenersi non significative e comunque ininfluenti sui parametri strutturali del progetto.

Si cita a titolo d'esempio che la superficie ottenuta dalla modellazione dell'area del bacino 9 ha è stata completata con una pendenza risultante inferiore a quella di progetto. Lo stesso problema è motivo della non saturazione del bacino 4.

Tale riduzione del volume dei materiali rispetto a quanto previsto, deriva dal sovraconsolidamento degli sterili in fase di riutilizzo rispetto alla condizione originaria.

Le pendenze delle superfici risultanti dalla modellazione sono comunque minori, e quindi a favore della sicurezza e garantiscono comunque il deflusso delle acque.

Le attività residuanti sono costituite in particolare da:

- riconsiderazione della soluzione originaria di totale rimodellamento dell'area 11;
- completamento della modellazione dell'area del bacino 4 per ridurre il ristagno idrico nei periodi di pioggia dando alla superficie interna una quota naturale che consenta l'allontanamento naturale delle acque.

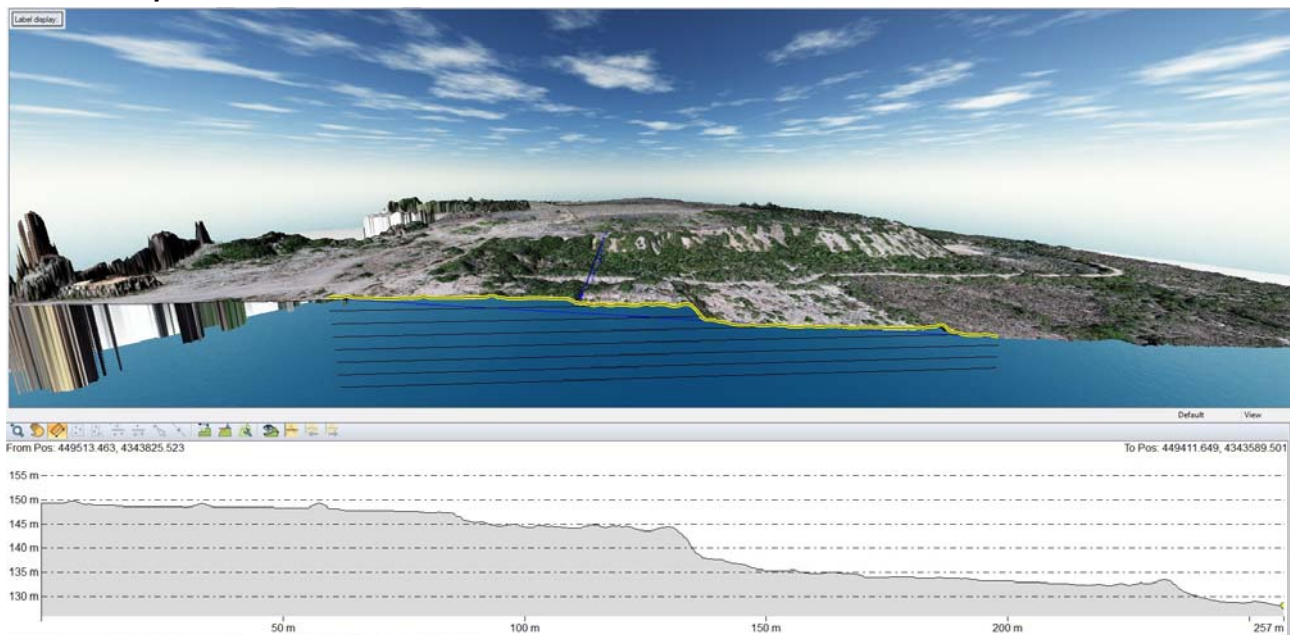


## 11.1 Area 11

L'assetto dell'area è caratterizzato da una condizione morfologica fortemente irregolare.



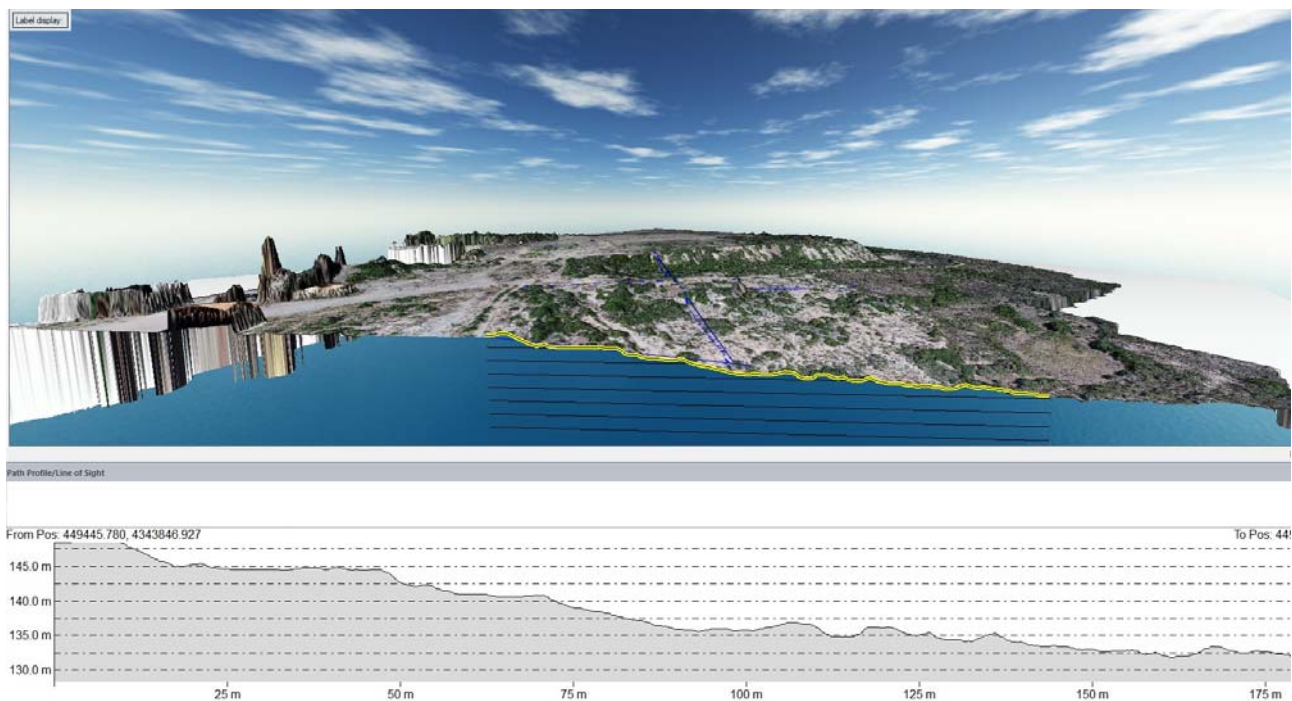
### Traccia del profilo 1



### Profilo e blocco diagramma



**Traccia del profilo 2**



**Profilo e blocco diagramma**

Il complesso dei materiali presenti è eterogeneo per dimensione, tipologia, e giacitura.

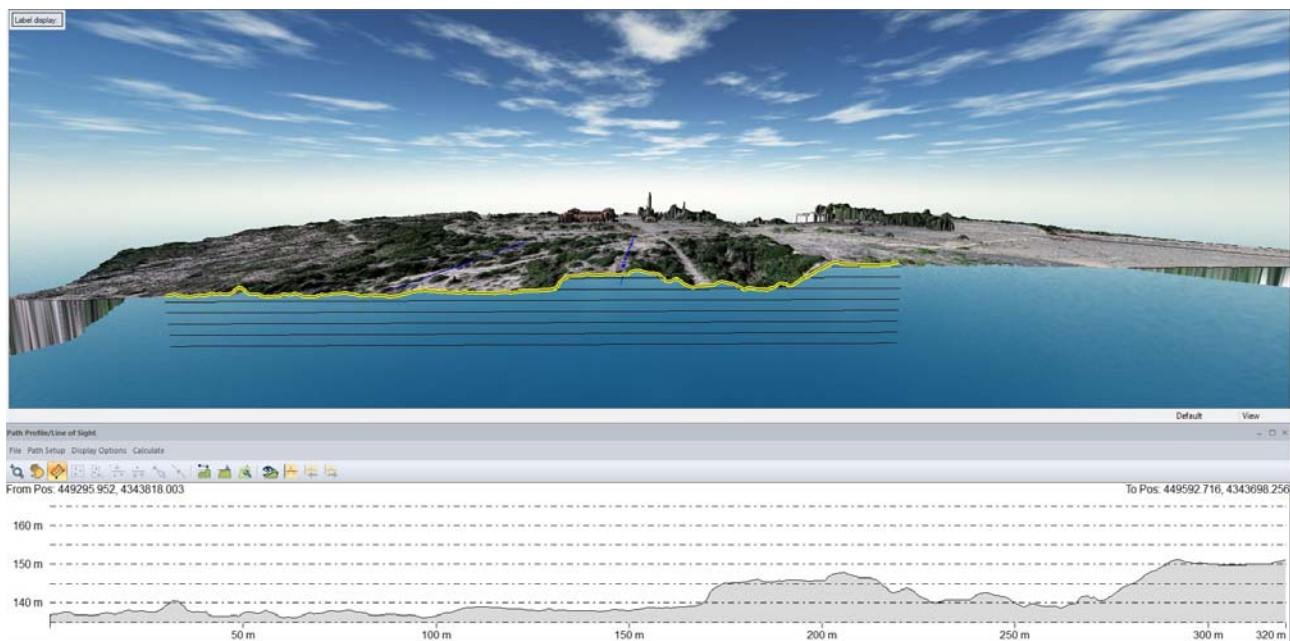
Come è visibile dalle foto, l'originario deposito, costituito nel tempo, ha svolto le funzioni di "cava di prestito" in quanto logisticamente accessibile e costituita da materiali di granulometria eterogenea.

Probabilmente, i materiali, nel tempo, sono stati prelevati per essere utilizzati per rilevati arginali e per risarcimento di superfici viarie.





**Traccia del profilo 3**



**Profilo e blocco diagramma**

Il volume complessivo originario è desumibile dalle immagini della diacronia ed in particolare da quelle del periodo in cui, l'accumulo, ha raggiunto il suo massimo volume.

Il suo stato attuale è caratterizzato dalla presenza di superfici localmente totalmente prive di materiale e da altre parti ove l'altezza dell'abbancamento è sostanzialmente ancora quella originaria.





**Foto – Al centro la superficie di base su cui è stato costituito l'accumulo della discarica 11 ed a destra la sezione risultante dai prelievi effettuati per usi vari, che hanno lasciato pareti subverticali e denudate con in vista le sequenze deposizionali testimonianti le modalità di formazione dell'accumulo**



**Foto – A breve distanza dalla foto precedente è visibile la vulcanite lapidea rossastra (evidenziata in giallo) denudata dalle attività di prelievo caotico dal cumulo e costituente la superficie originaria di imposta della discarica formata tra la metà degli anni '60 e gli anni '90**



## 11.2 Area 4

Il settore dell'area 4 mostra caratteristiche simili alle altre adiacenti ed in particolare è completamente differente dall'area 11.

Il settore 4 è da una vasca di decantazione di molasse costituite dai fini di processo.

Il bacino, originariamente vuoto, alla chiusura delle attività, e quindi all'inizio dell'attuazione del progetto 2015, si presentava completamente vuoto.

Gli argini costituiti da sterile grossolano alti, circa 10 - 11 m sono stati conservati.

La vasca occupa una superficie di circa 8.400 m<sup>2</sup> ed aveva una capienza di circa 45.230 m<sup>3</sup>.

Tale volume è stato quasi completamente saturato utilizzando i materiali provenienti dalla demolizione degli argini del bacino 9, che è stato riportato quasi interamente alla quota di p.c. originario.



**Foto – Area del bacino 9 rimodellata**

I materiali attinti in tale area, non hanno consentito la modellazione completa a saturazione dello spazio disponibile nelle aree 7 e 4 (unificate), quindi, nella parte depressa residua, si viene a creare un ristagno idrico, di nessuna utilità, ma anzi, dannoso per in mantenimento in saturazione della massa di materiali sottostanti.

Tale risultato verrà ottenuto abbassando l'argine di una quota sufficiente al deflusso naturale delle acque zenitali pevenenti sulla superficie del bacino 4.



**Traccia del profilo 1**

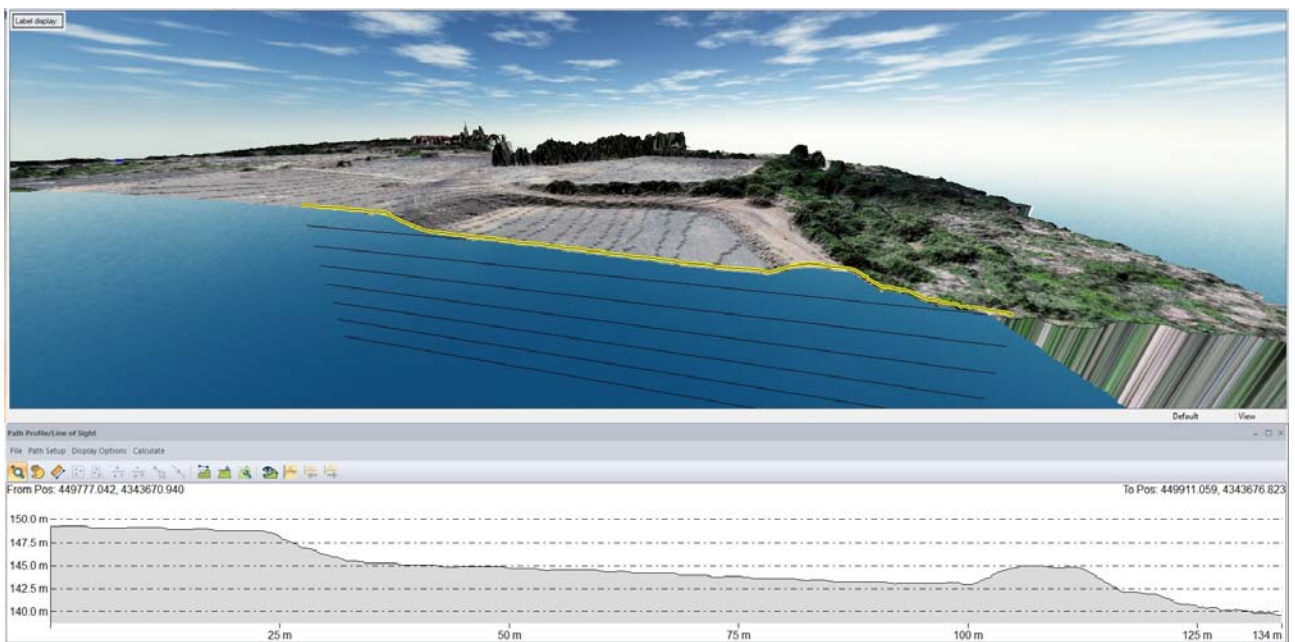


**Profilo e blocco diagramma**

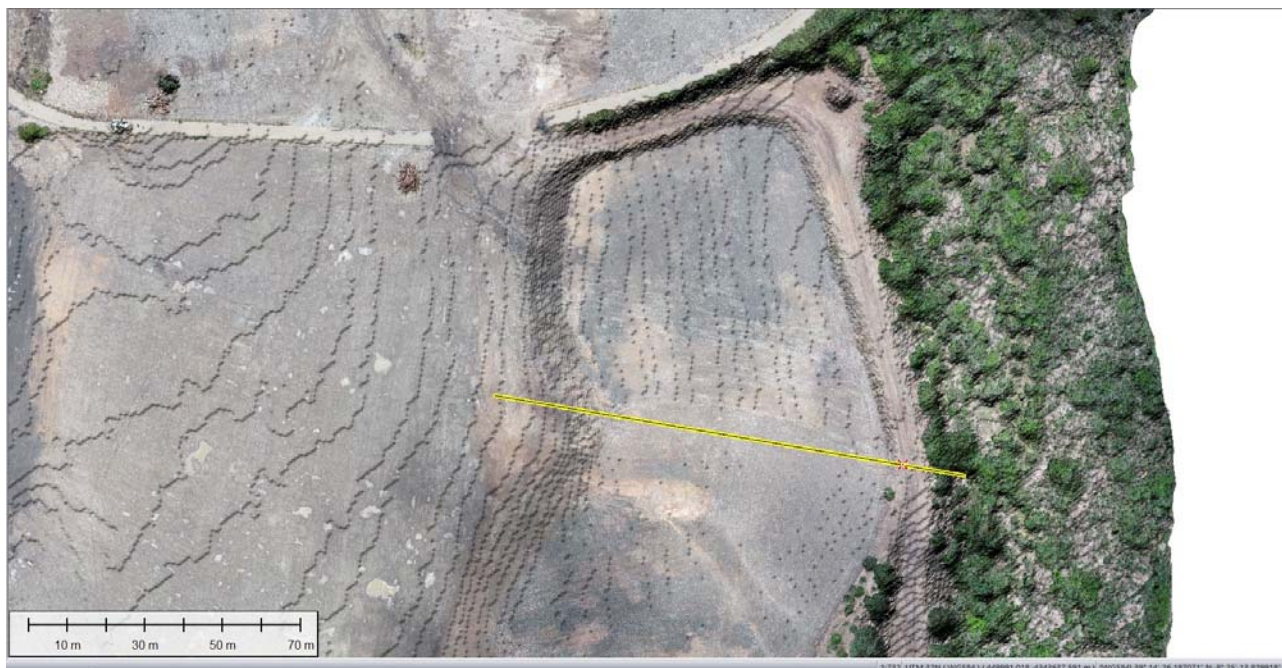




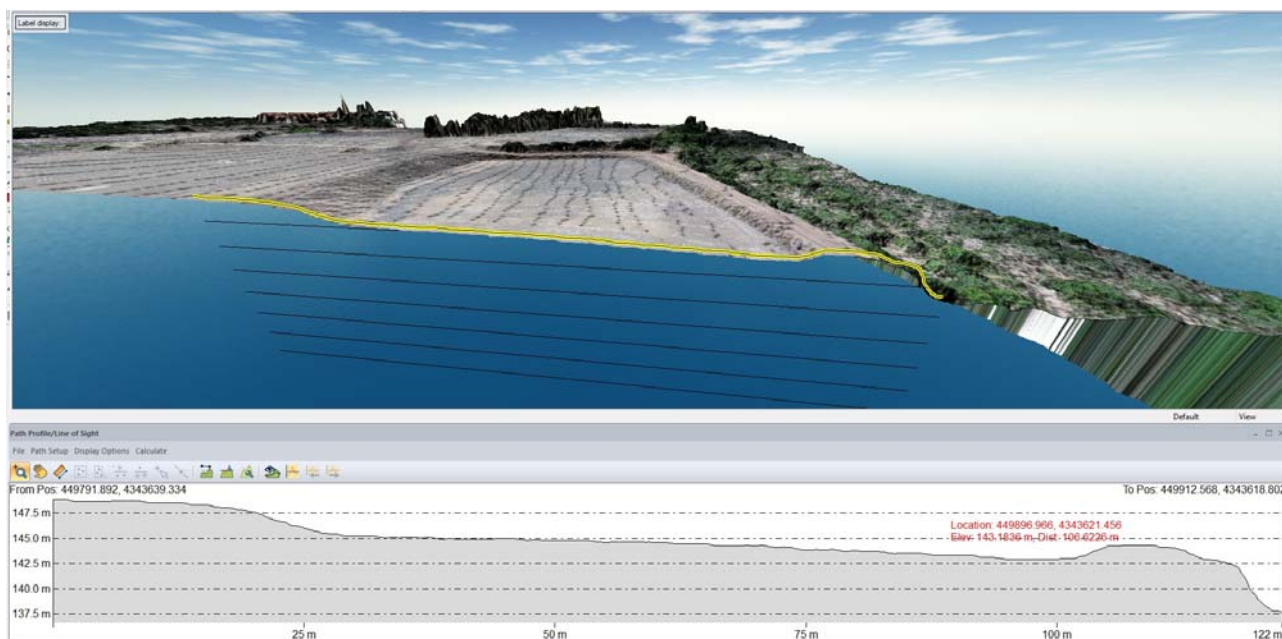
**Traccia del profilo 2**



**Profilo e blocco diagramma**



**Traccia del profilo 3**



**Profilo e blocco diagramma**

Le attività, svolte a fine cantiere sono finalizzate all'eliminazione del ristagno idrico.

Abbiamo già descritto il problema dell'incompleta colmata del Bacino 4 a causa della carenza di materiali, che avendo avuto estrema cura di costiparli in sede di colmata, hanno conseguito un volume ed una quota minori.

La depressione retro arginale genera la formazione di un ristagno idrico nelle stagioni piovose, privo di logica e comunque inopportuno gravante alle spalle del rilevato arginale.

Ritenendo inadeguate soluzioni di dreno ottenute con l'uso di barbacani attraverso il corpo arginale, si è optato per un abbassamento dell'argine fino alla quota minima della superficie interna.

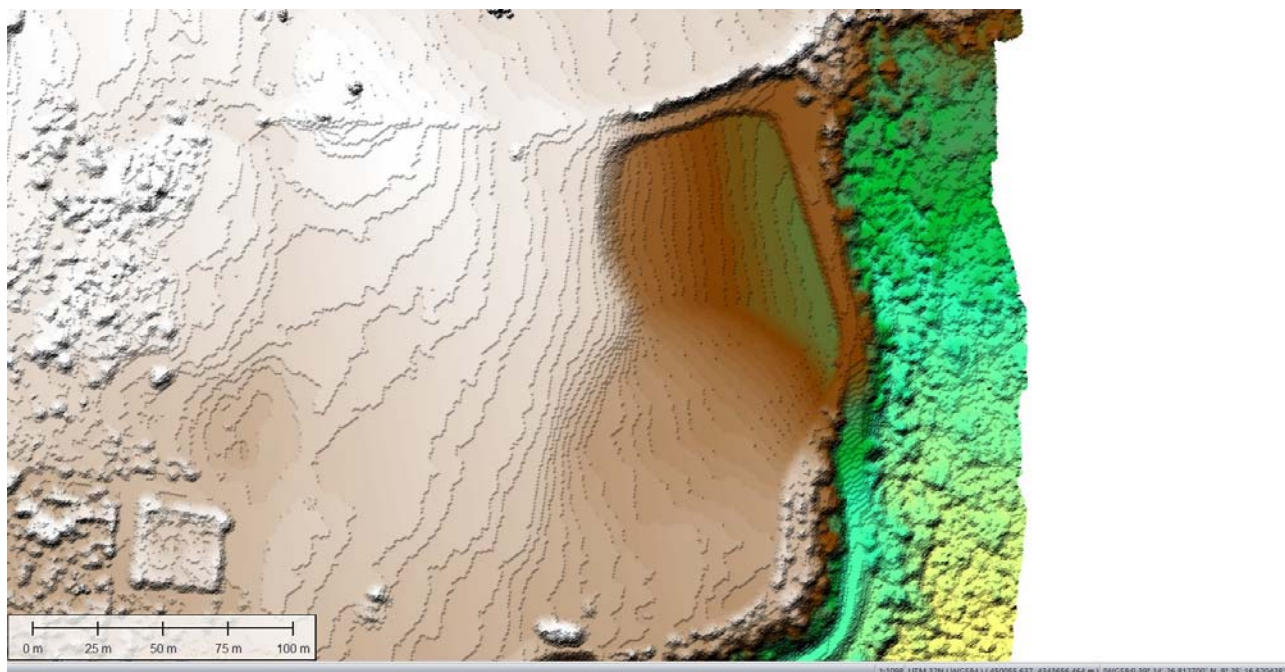


In tal modo si ottenengono ulteriori materiali, coerenti con quelli già utilizzati, da spandere nella parte interna della superficie attuale del Bacino 4 (vedi area in viola), consentendo un non pericoloso, ma utile, incremento della pendenza della stessa.

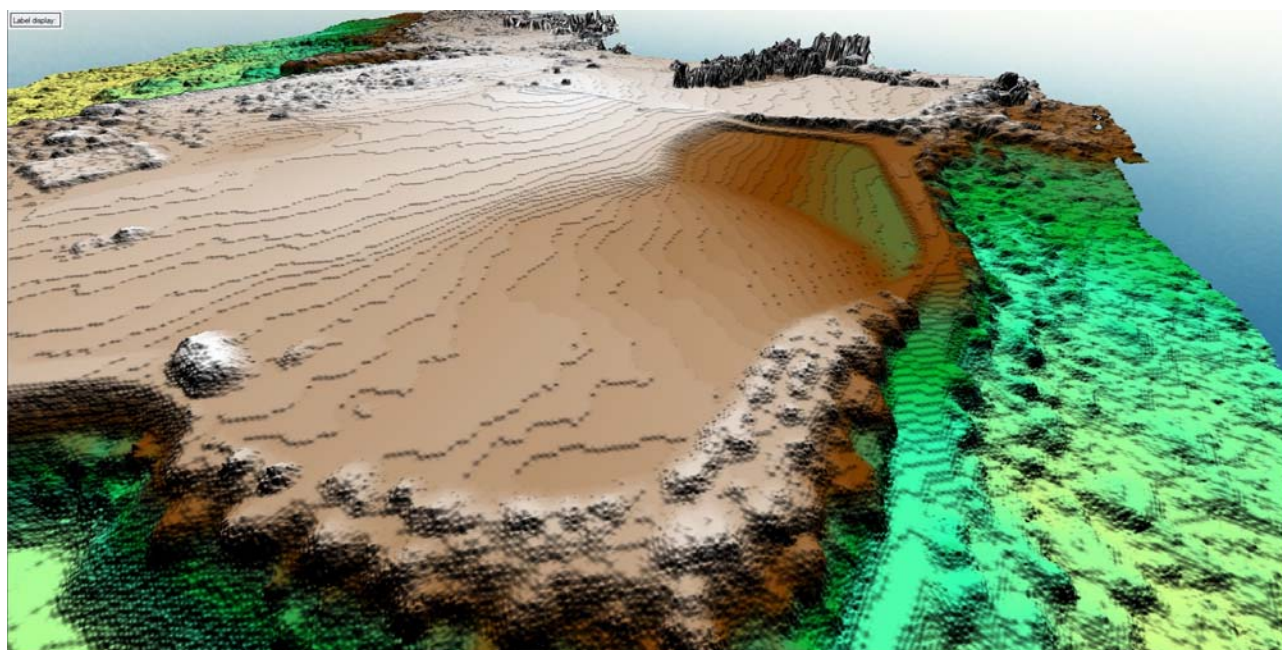
Altresì, si riduce anche se di poco il dislivello tra la strada che perimetra a Nord la vasca 4 ed il suo fondo.

L'abbassamento di circa 1.80 – 2.00 m con una impronta di base di circa 730 m<sup>2</sup>, su circa 60 m di argine genera un volume di circa 1000 m<sup>3</sup>.

Tale Volume sarà ridistribuito nell'area perimetrata in viola internamente al perimetro del Bacino 4 della superficie di circa 3000 m<sup>2</sup>, raccordandosi alle superfici attuali.

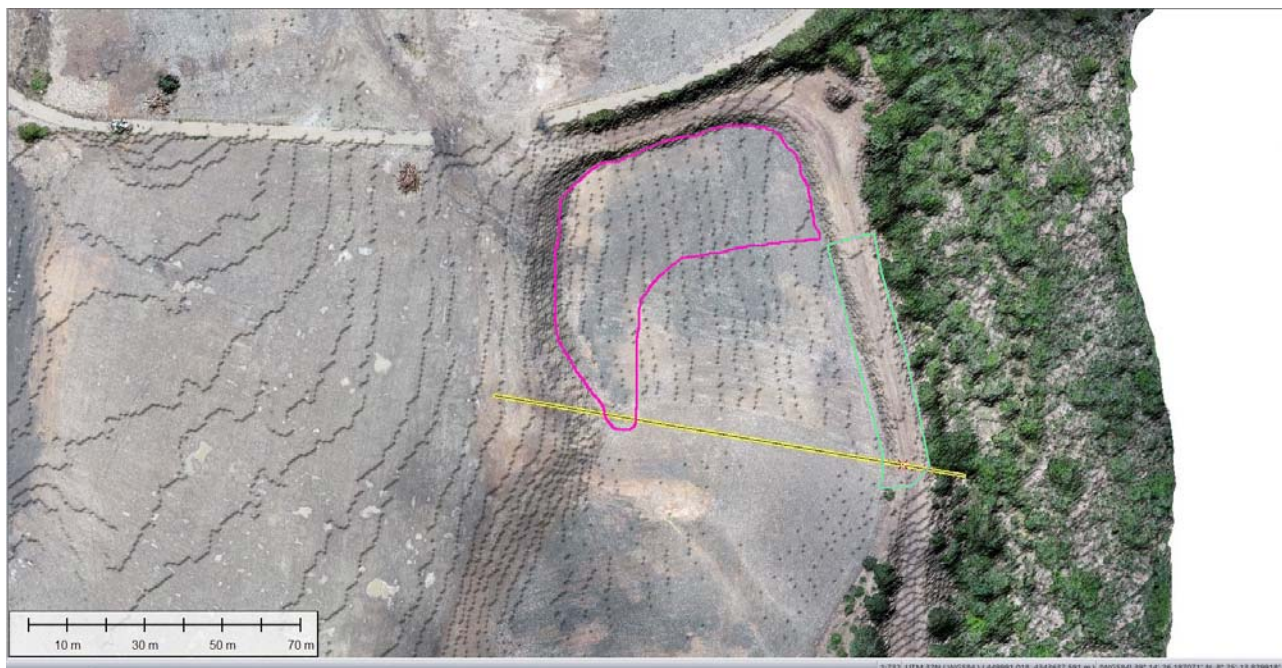


***Modello DSM dell'area del Bacino 4 con enfasi delle variazioni altimetriche in planimetria***

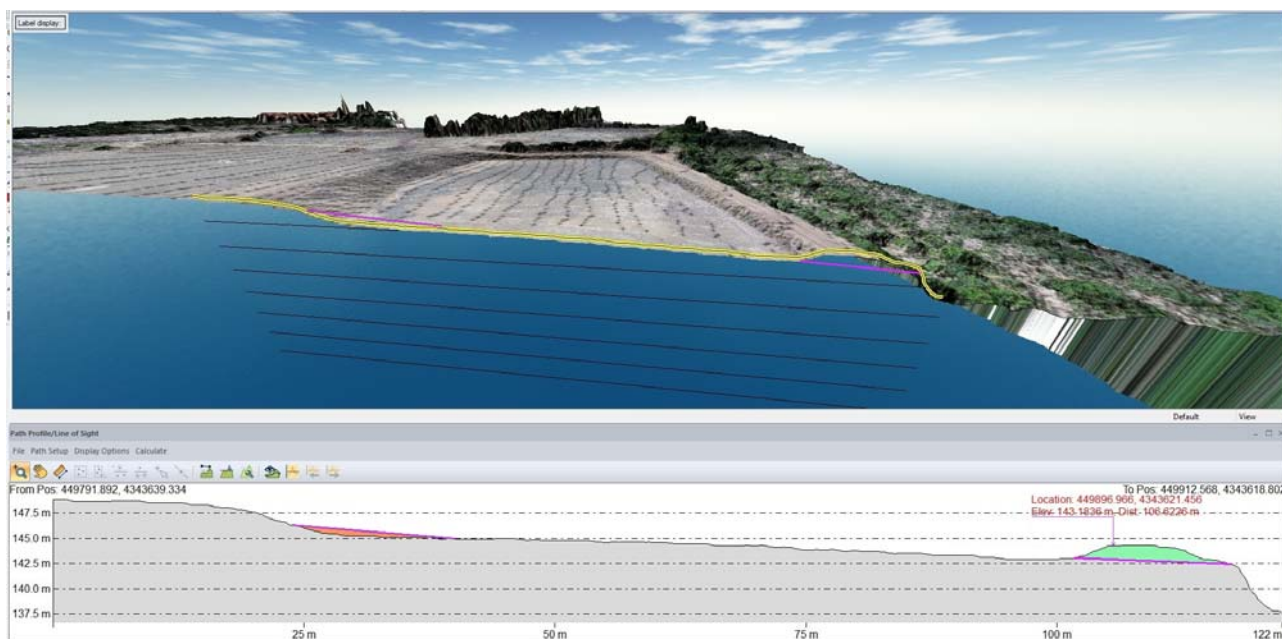


***Modello DSM dell'area del Bacino 4 con enfasi delle variazioni altimetriche in vista obliqua***





**Area dell'intervento di ribassamento dell'argine in verde e l'area di spandimento dei materiali di risulta da tale rimodellazione, in viola**



**Sezione schematica dell'abbassamento dell'argine del bacino 4 in verde a destra e l'area di accumulo in rosso a sinistra**



### 11.3 Rinverdimento e rinaturalizzazione delle aree sub - pianeggianti:

Al fine di perseguire gli obiettivi di progetto si prevede il rinverdimento e la rinaturalizzazione delle superfici sub - pianeggianti.

L'intervento dovrà essere eseguito rispettando le seguenti fasi operative:

- preparazione meccanizzata del letto di semina costituito dal riporto di terreno vegetale precedentemente steso in sito. La preparazione dovrà comprendere le fasi di erpicatura e stesura di ammendanti fino alla costituzione dell'ottimale piano di semina;
- preparazione delle buche atte ad ospitare la piantumazione di specie arboree ed arbustive;
- impianto di esemplari arborei ed arbustivi, di specie autoctone, a formare un impianto dalle caratteristiche naturaliformi per disposizione e concentrazione ad ettaro. Il sesto di impianto prevede la posa di 50 esemplari arborei e 100 arbustivi ad ettaro;
- semina meccanizzata di essenze erbacee autoctone dotate di spiccata rusticità, già presenti naturalmente nelle aree circostanti il sito, al fine di favorire il reinserimento paesaggistico.
- sono previste operazioni di bagnatura solamente per gli esemplari arborei ed arbustivi durante la prima stagione vegetativa e l'eventuale sostituzione delle essenze al termine della stessa.

#### 11.3.1 La preparazione del substrato ospite

La preparazione delle aree sub-pianeggianti prevede la formazione di uno strato edafico, ottenuta formando uno strato composto di 30 cm di sterili in posto in miscelazione con una percentuale di compost di qualità compresa tra il 5 - 25% sul volume, integrati da un concime chimico in ragione di 80 kg/ha di N (Vedi Aut. Var. non Sost. - Ass. Ind. 25/01/2024)

Il substrato sul quale verranno seminate le essenze, per le modalità di realizzazione e le caratteristiche di composizione, presenterà proprietà chimico-fisiche simili a quelle di un suolo giovane e quindi non ricco di nutrienti.

La coltre avrà uno spessore massimo di 30 cm, sufficiente alla radicazione delle essenze erbacee e delle arbustive pioniere.

#### 11.3.2 Generalità sugli interventi di semina

Le specie erbacee da utilizzare dovranno possedere caratteristiche di spiccata rusticità, dovranno essere contraddistinte da una significativa resistenza agli stress idrici e da un'alta capacità di attecchimento. Le specie erbacee selezionate dovranno inoltre essere longeve ed essere scelte in funzione delle caratteristiche ecologiche del sito.

Potranno essere utilizzati miscugli commerciali di Graminacee e Leguminose tipo "Gallura" o altri miscugli commerciali idonei ai prato-pascolo locali, nei quali siano comprese tra le Leguminose, *Trifolium pratense*, *Trifolium subterraneum*, *Medicago sativa*, *Medicago lupulina*, *Sulla* spp., mentre tra le Graminacee *Agrostis stolonifera*, *Hordeum marinum*, *Festuca* spp., *Lolium perenne*.

Nel miscuglio dovranno essere possibilmente comprese anche sementi reperibili di altre specie locali erbacee ed anche arbustive (es. *Scabiosa atropurpurea*, *Senecio vulgaris*, *Bellis perennisi*, *Helichrysum italicum*, *Acacia* spp., *Genista* spp., *Olea europea* var. *oleaster*, *Ceratonia siliqua*).

Il miscuglio di semina dovrà avere indicativamente, la seguente composizione percentuale:

- Graminacee: circa il 60% in peso;

- Leguminose: circa il 25% in peso;
- altre specie: 15%.

Dove le condizioni locali lo consentano (superfici con suolo pianeggiante poco declivi) la semina avverrà con tecnica tradizionale.

Nelle situazioni più critiche verrà adottata l'idrosemina.

Questa soluzione d'intervento si adotta per migliorare le caratteristiche di attecchimento del miscuglio seminato, in presenza di condizioni difficili (forte pendenza - scarso substrato – rischio erosione, ecc), dove le tecniche tradizionali risultano poco efficaci.

La tecnica prevede l'irrorazione tramite motopompe di un composto, comprendente un miscuglio di sementi di specie erbacee ed arbustive, fertilizzante organico, leganti e fissatori della semente, stabilizzanti e sostanze miglioratrici del suolo, fitoregolatori.

#### **11.4 Generalità sugli interventi di copertura arbustiva e arborea**

Le specie arbustive da utilizzarsi nell'intervento di recupero ambientale, hanno la funzione, integrandosi con la vegetazione esistente, di ridurre l'insolazione al suolo, peraltro caratterizzato da un albedo elevato, contribuendo attraverso la creazione di zone d'ombra, ad ottenere un microclima idoneo allo sviluppo delle altre essenze e della flora spontanea.

La crescita dei loro apparati radicali conferirà stabilità al terreno, mentre le foglie e i rami, fonti importanti di sostanza organica, assicureranno una migliore regimazione delle acque superficiali, e in estate impediranno l'eccessivo riscaldamento del terreno, diminuendo il consumo d'acqua per evaporazione e traspirazione.

Con questo tipo d'intervento si ricrea la vegetazione naturale preesistente, utilizzando quindi solo essenze autoctone.

Si tratta di un intervento composito in cui la monotonia della superficie piana ricoperta oggi da una ridottissima coltre detritica la cui componente pedologica è quasi inesistente, verrà interrotta dalla presenza di arbusti ed alberi.



L'impiego di essenze arboree riveste, nel caso specifico, una notevole importanza pratica in quanto esercita un'ulteriore azione consolidante, sia a causa del maggiore sviluppo radicale, sia per la protezione che offre al suolo ricoperto dal cespuglio stesso ed inoltre la vegetazione evolve, naturalmente, verso climax biologicamente più ricchi.



L'ambiente cespugliato è quindi molto più rustico di un prato, e conseguentemente meno sottoposto a danneggiamenti; inoltre il suo peso non è tale da aggravare la stabilità del terreno ed è pertanto una soluzione da utilizzare nelle porzioni più declivi.

Occorre ricordare che le essenze da utilizzarsi sono estremamente rustiche, esse infatti trovano per lo più il loro habitat naturale su detriti e suoli poveri e ricchi di scheletro, risulta quindi superfluo un riporto di terreno agrario per spessori notevoli (circa 15-20 cm).

#### **11.4.1 Scelta delle specie arbustive**

Le specie e le entità sottospecifiche (sottospecie, varietà, provenienze, cloni, ecc.) da impiegare nell'opera di rinaturalizzazione devono possedere caratteristiche di idoneità all'ambiente (sotto il profilo pedoclimatico) e di funzionalità agli scopi dell'intervento tali da consentire il più completo, rapido e duraturo perseguimento degli obiettivi prefigurati.

Sulla base delle risultanze dell'indagine vegetazionale dell'area vasta, le specie suggerite sono le seguenti:

##### **• *Arbustus unedo* – Corbezzolo**

Arbusto o piccolo albero alto fino a 5 m. Rami numerosi, con corteccia rosso-bruna; foglie simili a quelle dell'alloro, coriacee, con lamina ovale ed acuta all'apice e margine dentato; fiori riuniti in racemi terminali con corolla urceolata bianca o rosata; frutto rotondeggiante, carnoso e di colore rosso a maturità, con superficie ruvida per la presenza di verruche piramidali.

Fioritura: settembre-dicembre.

##### **• *Cistus monspeliensis* - Cisto di Montpellier**

Arbusto alto fino a 1,5 - 2 m, con rami tomentosi. Foglie sessili, con lamina lineare lanceolata, tomentose e vischiose, di color verde scuro; fiori piccoli, riuniti in racemi terminali; petali bianchi, spesso con una macchia gialla; frutto capsula tomentosa.

Fioritura: marzo-maggio.

##### **• *Myrtus communis* - Mirto**

Arbusto alto fino a 4 m, sempreverde, aromatico e molto ramificato. Foglie coriacee, lamina ovato-lanceolata a margine intero, di color verde lucente e con nervatura mediana sporgente inferiormente; fiori ermafroditi e solitari, posti all'ascella delle foglie su un luogo peduncolo; corolla biancastra e stami numerosi; frutto bacca arrotondata, che a maturità tende al nero-bluastrò.

Fioritura: maggio-luglio.

##### **• *Pistacia lentiscus* - Lentisco**

Arbusto o raramente alberello sempreverde, alto fino a 5 m e molto ramificato. Foglie composte paripennate con 4-5 paia di foglioline ovato-lanceolate a margine intero; piccoli fiori dioici raccolti in infiorescenze a racemo all'ascella delle foglie, di colore verde i femminili e rosso-bruno i maschili; frutti piccole drupe di 3-5 mm, prima rosse e a maturità nere.

Fioritura: marzo-aprile.

#### **11.4.2 Scelta delle specie arboree**

Le specie e le entità sottospecifiche (sottospecie, varietà, provenienze, cloni, ecc.) da impiegare nell'opera di rinaturalizzazione devono possedere caratteristiche di idoneità all'ambiente (sotto il profilo pedoclimatico) e di funzionalità agli scopi dell'intervento tali da consentire il più completo, rapido e duraturo perseguimento degli obiettivi prefigurati.

Sulla base delle risultanze dell'indagine vegetazionale dell'area vasta, le specie suggerite sono le seguenti:

- ***Quercus ilex* – Leccio**

Albero alto fino a 25 m con chioma sempreverde, di un verde molto scuro, densa, globosa e largamente espansa. Il tronco dritto robusto, presenta una scorza rugosa, grigio-brunastra, finemente screpolata. Le foglie alterne, persistenti, coriacee, variano molto nella forma e nelle dimensioni: da suborbicolari a lanceolate, con margine interno ondulato. I fiori maschili, sono disposti in glomeruli che formano amenti filiformi, mentre quelli femminili si trovano solitari sui rami. La ghianda presenta pericarpio allungato e appuntito.

- ***Quercus suber* – Sughera**

Albero alto fino a 20 m con chioma sempreverde, molto espansa e disordinata di un verde grigiastro. Il tronco inizialmente dritto, diventa presto obliquo o sinuoso e si riveste di una scorza caratteristica che tende a staccarsi a blocchi. Le foglie persistenti, alterne, lunghe fino a 1,5 cm sono oblunghe, coriacee e dentate. I fiori maschili, sono disposti in glomeruli che formano amenti filiformi. La ghianda ovoidale raggiunge i 3 cm di lunghezza.

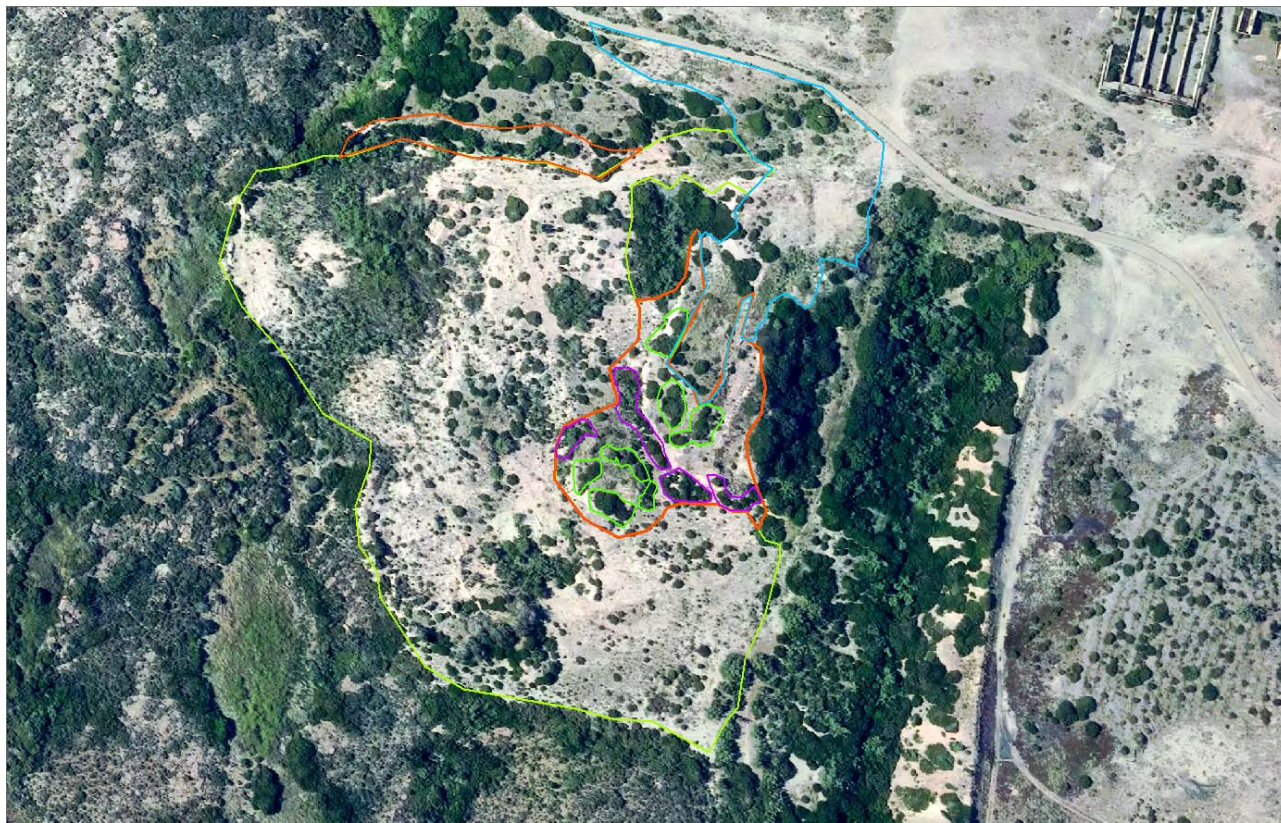
- ***Tamarix gallica* L. – Tamerice comune**

Alberello non più alto di 5 m, dalla chioma arruffata, grigio-azzurrognola molto leggera. Il tronco rivestito di una scorza molto sottile, grigio rosea, percorsa da cerchi di lenticelle. Foglie persistenti e squamiformi. Fiori rosei in densi racemi. Frutti: capsule loculicida.

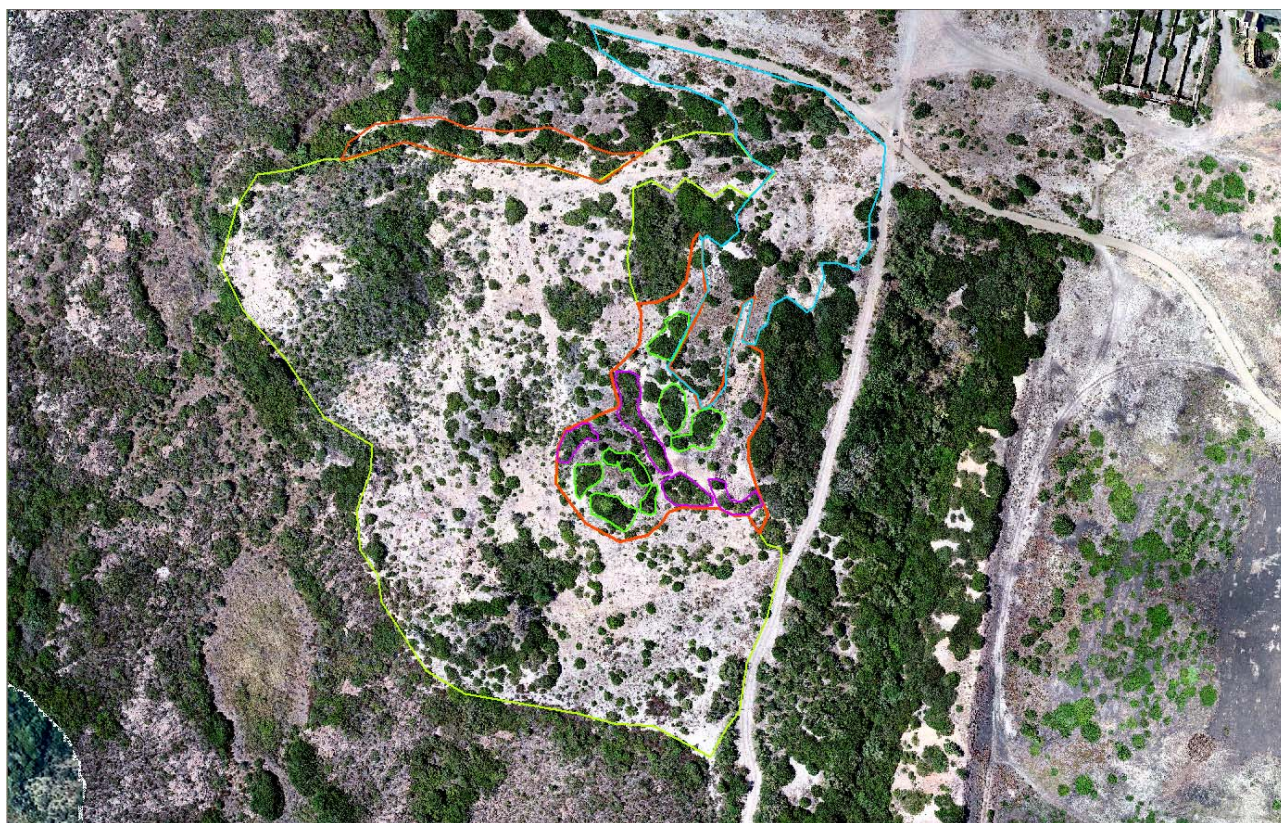


## 11.5 L'INTERVENTO PROPOSTO PER L'AREA 11

L'intervento dell'Area 11 si svolge su una superficie complessiva di circa 3 ha.



*Condizione dell'area nel 2019*



*Condizione dell'area nello stato attuale (2024)*



A seguito di una analisi speditiva è possibile osservare come la vegetazione, in 4 anni, non sia apparentemente mutata, e in particolare, non sia migliorata o si sia sviluppata in modo percepibile.

Il problema è costituito dall'assenza di un suolo fertile e dalle caratteristiche fisico chimiche dei materiali costituenti gli abbancamenti di sterili.

Come è chiaro dalla diacronia 1943-2024 proposta in allegato, il sito è da sempre stato poco generoso nelle sue caratteristiche pedogenetiche e anche prima dell'abbancamento dei materiali, nel sito non era presente altro che una vegetazione arbustiva, brulla.

La morfologia derivante dall'asportazione delle parti alterate o fratturate delle ignimbriti, lasciava esposte superfici non piane, percorse da fratture, dove una alterazione più avanzata consentiva una maggior capacità di ritenuta idrica e un conseguente maggior sviluppo della vegetazione, anche se prevalentemente arbustiva.

Tale superficie è stata progressivamente coperta dall'abbancamento degli sterili aridi da NE, radialmente verso SO.

Una parte del complesso dell'Area 11 non sarà interessata da attività alcuna.

L'area è costituita da 2 parti:

- Il settore sub-pianeggiante;
- Il cumulo residuo degli sterili abbancati.

#### **11.5.1 Il settore sub-pianeggiante**

Il settore sub-pianeggiante (22.000 m<sup>2</sup>), cosparso di alcuni individui arbustivi sviluppati e di molti pulvini di arbusti pionieri e prevalente vegetazione erbacea, sarà generalmente interessato dalla stesa del substrato ospite.

Tale superficie, quasi naturale, è caratterizzata da una copertura biancastra, derivante dall'alterazione delle ignimbriti ma soprattutto dai residui del materiale abbancato.

La coltre del materiale abbancato è stata asportata per usi vari per un buon 60% della superficie mentre la parte residua è segnata dai prelievi caotici e disordinati.

In esso andrà generalmente prevista una serie di linee di interruzione della planarità della superficie, miranti ad intercettare le acque eventualmente ruscellanti arealmente, onde evitare il trascinamento del suolo.

Tale intervento potrà essere costituito da filari anche non ordinati di elementi in pietra del diametro di 10-15 cm oppure di tondelli di castagno del diametro di 5-8 cm da poggiare al suolo trasversalmente alla massima pendenza.

#### **11.5.2 Il cumulo residuo degli sterili abbancati**

La morfologia era tipicamente a lobi circolari.

Lo spessore massimo dell'abbancamento (da quota 133-34 a 149-50 circa m s.l.m.m.) per uno spessore anche di 16 metri circa.

Ovviamente lo spessore era variabile in quanto la coltre, aveva come riferimento la sola quota di carreggio sommitale (circa 150 m s.l.m.m.), legata al piazzale del pozzo ed alla ferrovia che ne delimitava a nord il confine con il piazzale della miniera.

La coltre del materiale abbancato è stata asportata per usi vari per un buon 60% della superficie mentre la parte residua è segnata dai prelievi caotici e disordinati.



A carico del cumulo residuo è previsto un intervento limitato, in quanto sufficientemente stabile è non eroso da acque superficiali in quanto privo di bacino sotteso.

Altresì, il cumulo non è scalzato da acque, vaganti o ruscellanti, al piede.

Le aree arancioni (4700 m<sup>2</sup>) saranno interessate da una modellazione finalizzata alla eliminazione delle pareti anche subverticali e ad un migliore raccordo tra la sommità e la superficie sub-pianeggiante circostante.

Il settore perimetrale al cumulo e parte delle sue scarpe, sono interessati dalla presenza di vegetazione arbustiva anche ben sviluppata che ha trovato ristoro nei materiali parzialmente coerenti dell'abbancamento e in quelli colluviali accumulati al piede delle scarpe.

Nelle aree dove si ritiene necessario l'intervento di rimodellazione delle scarpe del cumulo, la vegetazione potrà essere trasferita.

Il trasferimento della vegetazione nelle aree perimetrate in verde brillante sarà a maggior probabilità di recupero in quanto insistente sui materiali del cumulo.

Il trasferimento di quella nelle aree perimetrate in viola, sarà a minore probabilità di recupero e per questo sarà necessario supportarla con una irrigazione di sostegno per 6 mesi dal reimpianto.

Va comunque considerato che le zolle con i pulvini da trasferire, andranno stoccate sulla superficie pianeggiante (verde), possibilmente su un telo di TNT, e fino al reimpianto andranno supportate anch'esse da irrigazione di sostegno.

Il tutto dovrà avvenire in modo da consentire al meglio le operazioni di rimodellazione.

Altresì, la sommità residua libera (4500 m<sup>2</sup>) del cumulo degli sterili abbancati (celeste) andrà trattata come la superficie sub-pianeggiante sulle ignimbriti, con il vantaggio che le sue caratteristiche sono più favorevoli alla ripresa della vegetazione.

L'angolo di scarpa finale dei perimetri rimodellati del cumulo sarà coerente con le valutazioni della Relazione geotecnica facente parte del Progetto 2015.

I volumi presunti della rimodellazione dell'area 11 sono contenuti entro circa 13.000 m<sup>3</sup> cui si sommano i circa 1000 m<sup>3</sup> dell'area 4.

Infine, la sostituzione dell'apporto di suolo vegetale per 30 cm, per la finalizzazione delle superfici, con uno strato composito di 30 cm formato dagli sterili in posto in miscelazione con una percentuale di compost di qualità compresa tra il 5 - 25% sul volume, integrati da un concime chimico in ragione di 80 kg/ha di N, consente il risparmio ambientale dell'acquisizione di prezioso suolo vegetale.

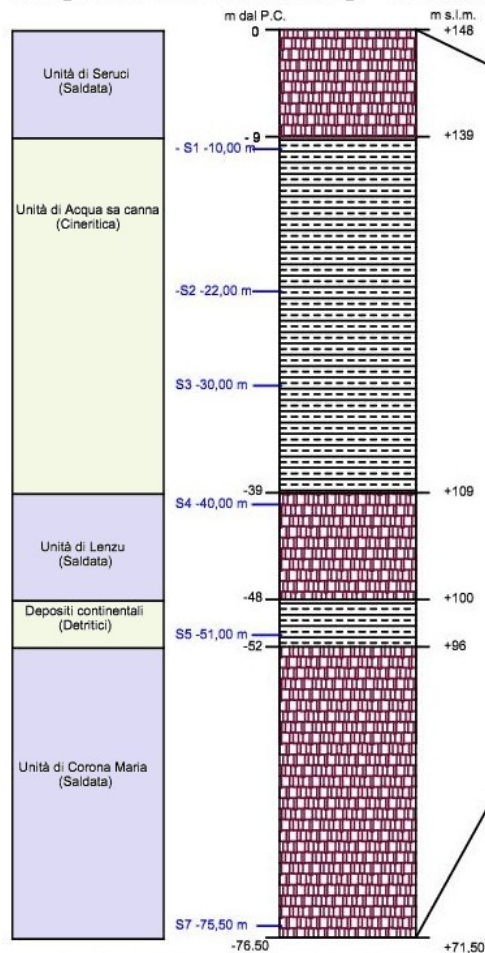
A tale mancato ricarico della superficie, consegue un abbassamento generalizzato delle superfici finali di 30 cm, senza che ciò produca criticità funzionali, tecniche o morfologiche alcune.

## 12 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DEL SEDIME

I materiali interessati dal progetto, nel nostro caso, sono sostanzialmente la formazione di letto costituita dalle ignimbriti ed i materiali degli accumuli del settore 11.

Le caratterizzazioni sono tratte dalla Relazione Geotecnica del Progetto 2015 ed in parte rielaborate.

Stratigrafia dell'Unità vulcanica oligo - miocenica



Ipotesi stratigrafia Pozzo 1 Seruci			
m dal P.C.	Litologia	m s.l.m.	Descrizione litologica
0		+148	
		+139	Unità vulcaniche oligo-mioceniche. Alternanza di ignimbriti saldate e cineriti
-76,50		+71,50	
S8 -87,50			
S9 -99,47			
S10 -111,47			
S11 -131,00			
S12 -159,00			
S13 -207,40			Litologie detritiche continentali poligeniche a granulometria variabile, da conglomeratica ad argillitica. (Formazione dei Cixerri)
S14 -255,40			
S15 -303,40		-155,4	
-323,1		-175,1	Litologie bituminose e scisti carboniosi (Tetto produttivo)
S16 -335,60			Litologie carboniose alternate a livelli calcarei e detritici. (Produttivo)
-357,0		-209,0	

La formazione litologica costituente il sedime dell'area di Progetto è costituita da:

- **RIOLITI DI SERUCI, (SRC).** Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica a chimismo riolitico, densamente saldati, a tessitura eutassitica, con cristalli liberi di Pl, scarsi Opx, Cpx, Fa, spesso con livello vitrofirico alla base. MIOCENE ?INF.-?MEDIO (?BURDIGALIANO SUP. - ?LANGHIANO)

### 12.1 Substrato roccioso vulcanico di imposta dei rilevati (Rioliti di Seruci SRC)

Il substrato roccioso naturale è costituito da vulcaniti oligoceniche a chimismo riolitico di natura piroclastica costituenti una serie in cui si alterano due diversi litotipi: le ignimbriti ed i tufi. Le ignimbriti sono affioranti e costituiscono le dorsali ed i versanti delle valli, mentre i tufi, che nelle zone dei versanti si trovano al di sotto della formazione ignimbritica, sono subaffioranti nel fondovalle.



In particolare, la roccia affiorante presso le aree in oggetto risulta compatta e integra, pertanto si ritiene classificabile come ignimbrite.

Si forniscono di seguito i parametri geomeccanici del litotipo in oggetto, calcolati sulla base dei dati disponibili da documenti d'archivio aziendale.

Sono stati misurati i seguenti valori medi degli indici di qualità classici RQD ed  $I_s$ :

$$RQD = 51.0\%$$

$$I_s = 3.0 \text{ MPa}$$

Le prove di compressione monoassiale eseguite in laboratorio hanno inoltre fornito i seguenti parametri meccanici:

$$\gamma = 22,2 \text{ kN/m}^3$$

*peso specifico apparente*

$$\sigma_c = 43,0 \text{ MPa resistenza a compressione monoassiale}$$

$$E_t = 8445\div 55357 \text{ MPa modulo elastico tangenziale}$$

$$\nu = 0,25 \text{ coefficiente di Poisson}$$

Tali caratteristiche, unitamente ad informazioni sulla presenza di acqua, sulla spaziatura, sull'orientazione e sulle condizioni delle discontinuità nell'ammasso roccioso, hanno consentito di applicare alla roccia un indice RMR (*Rock Mass Rating - Classificazione di Bieniawski* del 1979) pari a 63, cui corrisponde una roccia di "buona qualità" ed a cui sono associabili i seguenti valori rappresentativi dei parametri di resistenza:

$$\phi' = 35^\circ \text{ angolo di resistenza al taglio}$$

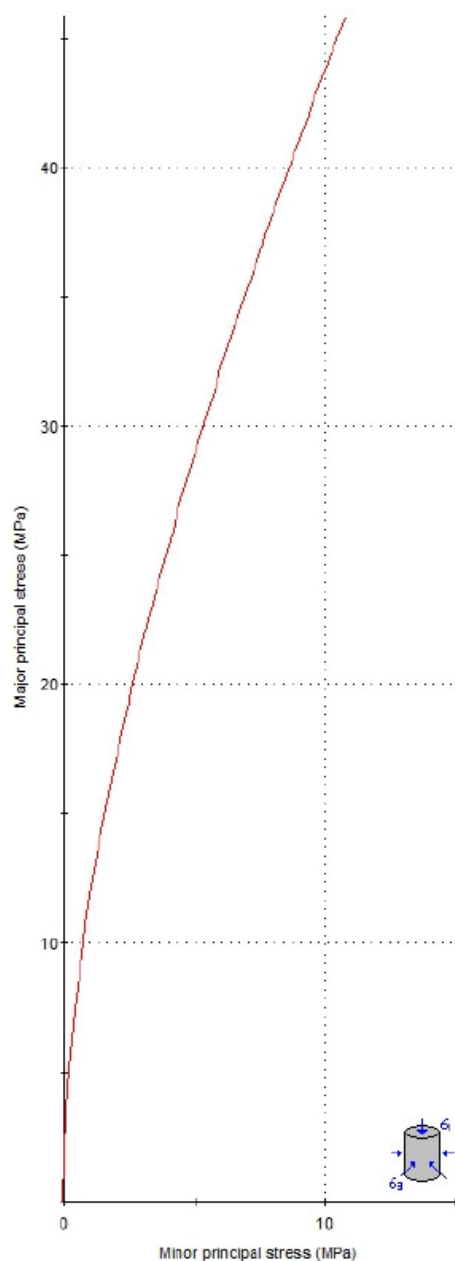
$$c' = 300 \text{ KPa coesione}$$

Il software di calcolo utilizzato per le verifiche di stabilità (SSAP2010), descritto ai paragrafi successivi, permette la modellizzazione di pendii o rilevati costituiti in parte da ammassi rocciosi; in questo caso le caratteristiche dell'ammasso possono essere definite in maniera più corretta mediante il criterio di Hoek-Brown.

Questo criterio di rottura estende quello tradizionalmente utilizzato per i terreni sciolti (Mohr-Coulomb) e permette di utilizzare il metodo di verifica della stabilità mediante l'equilibrio limite anche in presenza di ammassi rocciosi fratturati, dove è necessario una metodologia che permetta di definire la resistenza al taglio dell'ammasso in termini dei parametri  $\phi'$  e  $c'$ .

Il litotipo è stato pertanto caratterizzato secondo tale criterio mediante l'utilizzo del software Roclab della Rocscience sulla base dei seguenti parametri di base:

- La resistenza a compressione uni assiale (Mpa) degli elementi di roccia intatta, valutata solitamente mediante prove Point Load o assimilate;
- L'indice geologico di resistenza GSI (adimensionale) che sintetizza le caratteristiche strutturali essenziali dell'ammasso;
- La costante litologica  $m_i$  (adimensionale) che dipende dalla litologia dell'ammasso e stimabile da apposite tabelle;
- Il fattore di disturbo  $D$  (adimensionale) che variando da 0 a 1 rappresenta il grado di disturbo indotto da operazioni di scavo meccanico o esplosivi.



Analysis of Rock Strength using RocLab

#### Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 43 MPa  
 GSI = 67 mi = 28 Disturbance factor (D) = 1  
 intact modulus (Ei) = 17200 MPa  
 modulus ratio (MR) = 400

#### Hoek-Brown Criterion

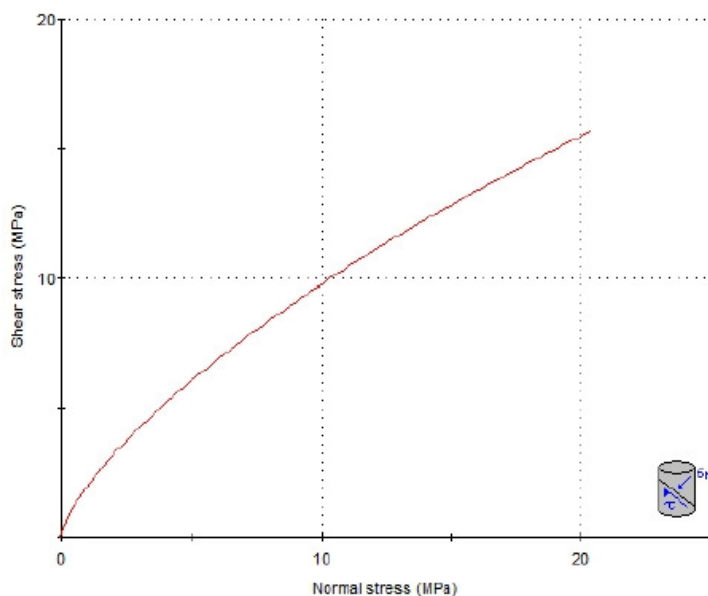
mb = 2.651 s = 0.0041 a = 0.502

#### Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 2.499 MPa friction angle = 34.41 deg

#### Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.066 MPa  
 uniaxial compressive strength = 2.723 MPa  
 global strength = 9.481 MPa  
 deformation modulus = 3145.82 MPa



Tale criterio risulta cautelativo in quanto, se correlato con il criterio di Mohr – Coulomb porta alla definizione delle seguenti caratteristiche geotecniche dell'ammasso roccioso:

$\phi' = 34.41^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 250$  KPa coesione

#### 12.1.1 Substrato naturale

Substrato roccioso (Ignimbriti)	Parametro	Unità di misura	Valore
	Resistenza compressione monoassiale	MPa	43
	G.S.I.	adimensionale	67
	mi	adimensionale	28
	D	adimensionale	1
	$\gamma$ = peso dell'unità di volume	[kN/m <sup>3</sup> ]	22



## 12.2 Sterile di miniera

è il utilizzato per la costruzione di tutte le strutture di rilevato, sia a Seruci, che a Nuraxi Figus; tale materiale presenta una pezzatura variabile con clasti debolmente cementati. Il certificato di prova sul materiale è riportato in Appendice.

L'angolo di resistenza al taglio (circa 39° secondo la suddetta prova di laboratorio) dipende dalla granulometria e dal grado di addensamento. Pertanto si è ritenuto giustificato e cautelativo distinguere:

- il materiale costituente i rilevati esistenti, consolidati naturalmente o artificialmente dal peso proprio e dai carichi sperimentati, si ritiene significativamente addensato pertanto ad esso si attribuisce la resistenza e la coesione effettivamente ricavata dalle prove (39°);
- il materiale costituente i rilevati e riempimenti di posa futura, per cui non si prevedono operazioni di compattazione, si ritiene scarsamente addensato e pertanto ad esso si ritiene cautelativamente di associare il medesimo angolo di resistenza al taglio ma trascurare la coesione.

### 12.2.1 Sterili da miniera

Sterili da miniera (Rilevati Esistenti)  Rif. Documento di Prova Soiltech n.5292/10	Parametro	Unità di misura	Valore
	$\phi'$ = angolo di attrito	[°]	39.1
	$c'$ = coesione efficace	[kPa]	35.7
	$\gamma$ = peso dell'unità di volume naturale	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.5
	$\gamma$ = peso dell'unità di volume saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5

Sterili da miniera (Rilevati/Riempimenti futuri)	Parametro	Unità di misura	Valore
	$\phi'$ = angolo di attrito	[°]	39.1
	$c'$ = coesione efficace	[kPa]	35.7
	$\gamma$ = peso dell'unità di volume naturale	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.5
	$\gamma$ = peso dell'unità di volume saturo	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5

## **13 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E DEI BENEFICI DERIVANTI DALLA PROPOSTA**

### **PROGETTUALE**

Rispetto al progetto originario, è possibile asserire che la presente variante è maggiormente ambientalmente sostenibile e conforme ai CAM, allorquando:

- Salvaguarda di un importante fascia vegetata e con ecosistema composito già costituito
- Salvaguardia del sistema naturale di smaltimento delle acque e del suo ecosistema (elemento idrico)
- Riduzione delle distanze di trasporto degli sterili movimentati con conseguente riduzione delle emissioni atmosferiche;
- Riduzione dei costi di recupero ambientale, in virtù del rispetto della fascia di salvaguardia dell'elemento idrico Strahler, in cui il mosaico ecosistemico è già stato ricostituito;
- Eliminazione degli approvvigionamenti di suolo vegetale e del suo trasporto.



## 14 CONCLUSIONI

Il progetto proposto è compatibile con le caratteristiche geologiche dell'area e non ha controindicazioni tecniche di natura geologica e idrogeologica.

L'intervento proposto, così come ipotizzato, non interferisce negativamente con strutture pubbliche o private esistenti.

Per entità delle modifiche apportate, che non generano sensibili variazioni dei quantitativi da materiali movimentati e non alterano i principali profili delle strutture di progetto, se non a favore della sicurezza strutturale dei manufatti, la variante può definirsi non sostanziale.

Le opere non ricadono in aree la cui pericolosità per prossimità alla costa, per instabilità del versante o per inondabilità, sia stata evidenziata in studi alcuni (SCAI, AVI, PAI, IFFI o PSFF) o lo sia per esperienza diretta o notizia alcuna, o comunque ove marginalmente presente, sia di nocumento alle opere o produca effetti su altre opere.

La pericolosità PAI mappate in Hg3 e in Hg2 derivano dalla presenza stessa del sistema di Discariche e, peraltro, sulla compatibilità geologico geotecnica del progetto, rispetto al quale non sono apportate modifiche sostanziali, si è già espresso favorevolmente il Comune di Gonnese con parere del 29.01.2020.

Il pericolo potenziale da sink-hole minerari non sussiste in quanto le coltivazioni hanno prodotto vuoti a 300 metri circa dal p.c., e non sono in grado produrre effetti sulla superficie.

Altresì, la "soletta" in roccia riolitica, in facies ignimbratica, su cui poggia l'intera area di progetto ha una potenza di 9 metri e poggia su ulteriori bancate sub-orizzontali di alternanze di rioliti in facies piroclastica cineritica ed in facies ignimbratica saldate per uno spessore complessivo di 76 m circa. Tale condizione complessiva, geognosticamente documentata, consente di considerare in sicurezza, da sink-hole minerari, l'area di Progetto.

Con l'adozione della presente proposta progettuale, si porta all'attenzione che la non colmata della pertinenza dell' 'ELEMENTO IDRICO STRAHLER 107008\_FIUME\_21123 porterà a cadere la necessità di realizzazione il rinverdimento dell' area di pertinenza, con la riduzione dei costi relativi all'attività.

Per quanto esposto nella presente relazione, si ritiene che la proposta di variante progettuale:

- rispetti le prescrizioni progettuali fornite in sede di VIA;
- determini una riduzione degli impatti ambientali e dei costi connessi alla recupero ambientale rispetto al progetto esaminato in fase di V.I.A., coerentemente con quanto previsto all'art. 6, c. 9 del vigente D. Lgs. 152/06;
- non comporti potenziali impatti significativi e negativi sull'ambiente e, pertanto, non è ascrivibile alla categoria u) del punto 8 dell'allegato b) alla Delib. G.R. 11/75 del 24/03/2021 (modifiche o estensioni di progetti di cui all'allegato A1 o all'allegato B1 già autorizzati, realizzati o in fase di realizzazione, che possono avere notevoli ripercussioni negative sull'ambiente - modifica o estensione non inclusa nell' allegato A1).

Naturalista – Agrotecnico Laureato - Francesco Lecis

Geologo - Fausto Alessandro Pani Ordine Regionale Geologi n° 88