



Comune di Iglesias

Provincia Sud Sardegna

REALIZZAZIONE DEL SITO DI RACCOLTA NELLA VALLE DEL RIO SAN GIORGIO IN LOCALITÀ CASA MASSIDDA



Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale

STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

Dicembre 2022

CRITERIA



C.R.I.T.E.R.I.A.Srl

sede legale:

via Cugia 14

09129 Cagliari

tel 070 303583

fax 070 301180

p.iva 02694380920

R.E.A. 217276

cap.soc. € 10.400

criteriaweb.com

www.criteriaweb.com

Coordinamento generale

Andrea Soriga – geografo fisico

Coordinamento redazionale

Valentina Pisu – ingegnere

Esperti e specialisti di settore

Riccardo Frau, naturalista: aspetti botanici, fisici e climatici

Patrizia Carla Sechi, biologa, aspetti faunistici ed ecologici

Valentina Pisu, ingegnere: aspetti urbanistici programmatici e paesaggistici

Roberto Ledda, ingegnere: gestione banche dati, sistema informativo, cartografia digitale

Sommario

1	PREMESSA	1
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	1
1.2	CRITERI PER LA REDAZIONE DELLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE	2
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
2.1	SINTESI DEGLI INTERVENTI	4
2.2	ASPETTI PROGETTUALI AGGIORNATI RISPETTO AL PROGETTO APPROVATO	5
2.2.1	Realizzazione del Sito di Raccolta	5
2.2.2	Bonifica dei Centri di Pericolo	6
2.2.3	Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio	6
2.2.3.1	Sintesi	6
2.2.3.2	Approfondimento sui nuovi studi e relative modifiche progettuali	7
2.3	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	10
2.3.1	Inquadramento geografico	10
2.3.1.1	Sito di Raccolta	11
2.3.1.2	Centri di Pericolo	12
2.3.1.3	Rio San Giorgio	15
2.3.2	Descrizione del contesto locale	16
2.3.2.1	Sito di Raccolta	16
2.3.2.2	Centri di Pericolo	18
2.3.2.3	Rio San Giorgio	23
2.3.3	Strumenti di pianificazione generale e di settore	25
2.3.3.1	Premessa	25
2.3.3.2	Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	26
2.3.3.3	Piano Urbanistico Provinciale / Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Sud Sardegna	32
2.3.3.4	Pianificazione Comunale	35
2.3.3.5	Piano di bonifica delle aree minerarie dismesse del Sulcis - Iglesiente – Guspinese	36
2.3.3.6	Piano di Assetto Idrogeologico	39
2.3.3.7	D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 - Codice per i Beni Culturali e del Paesaggio	39
2.3.3.8	Regio Decreto Legge n. 3267 del 30/12/1923	41
2.3.3.9	Aree naturali protette e Rete Natura 2000	41
2.4	CARATTERISTICHE FISICHE DELL'INSIEME DEL PROGETTO	43
2.4.1	Aspetti generali	44
2.4.2	Sito di Raccolta	46
2.4.3	Centri di pericolo	54
2.4.4	Centro di rimozione sterili minerari dell'alveo del Rio San Giorgio	90
3	COMPONENTI AMBIENTALI	99
3.1	ATMOSFERA	99
3.2	FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT	100
3.3	FAUNA E AMBIENTI FAUNISTICI	108
3.4	SUOLO, SOTTOSUOLO E AMBIENTE IDRICO	110
3.5	PAESAGGIO	112
3.6	SALUTE PUBBLICA	123
3.7	RIFIUTI	126
3.8	SISTEMA SOCIO-ECONOMICO	138
4	TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DEGLI IMPATTI POTENZIALI	142
	APPENDICE 1 – CENTRI DI PERICOLO OGGETTO DI BONIFICA	153

1 PREMESSA

Gli interventi previsti in progetto e oggetto del presente Studio riguardano la riqualificazione ambientale delle aree minerarie di Campo Pisano, Monte Agruxau, Seddas Moddizis e dell'alveo del Rio San Giorgio, ubicati nei Comuni di Iglesias e Gonnese, in provincia del Sud Sardegna, operata attraverso la rimozione dei minerali e mineralurgici derivanti prodotti dalle attività estrattive in oltre 30 aree (centri di pericolo), quindici (15) dei quali interessano direttamente il rio San Giorgio e alcuni suoi affluenti, e della loro sistemazione in un apposito Sito di Raccolta, ubicato in località Casa Massidda.

Il progetto complessivo, proposto dalla Società IGEA, è stato sottoposto al procedimento di VIA all'esito della quale la Giunta regionale, con la deliberazione n. 14/34 del 04/04/2012, ha espresso un giudizio positivo sulla compatibilità ambientale dell'intervento, nel rispetto di un insieme di prescrizioni. L'efficacia di tale deliberazione è stata in seguito prorogata con deliberazione n. 30/35 del 12/05/2018.

Con nota prot. DGA n. 6121 del 19/03/2020, il Servizio VIA ha stabilito di non sottoporre alla procedura di VIA la variante progettuale relativa alle modalità realizzative del Sito di Raccolta, necessaria a seguito dei risultati delle indagini svolte nell'ambito della progettazione di dettaglio, e valutata migliorativa rispetto al progetto esaminato, in quanto conservativa, tra l'altro, dei volumi del Sito di Raccolta.

Con nota n. 14195 del 25/03/2022, prot. DGA n. 8024 del 28/03/2022 (integrata in data 19/08/2022, prot. DGA n. 21261 del 23/08/2022), il Comune di Iglesias, in qualità di Proponente, ha richiesto la proroga della VIA trasmettendo unitamente una relazione attraverso la quale sono state espone le modifiche al progetto esaminato durante il procedimento di VIA apportate in fase di stesura del progetto esecutivo. Con parere prot. 25268 del 04/10/2022, il Servizio Valutazione Impatti e Incidenze Ambientali, considerato che *“rispetto al progetto esaminato durante il procedimento di VIA, è previsto l’inserimento di n. 8 briglie lungo il corso del Rio San Giorgio (...)”*, e che *“la sistemazione idraulica del Rio San Giorgio, così come rappresentata nella documentazione trasmessa in data 19/08/2022, non è inclusa tra gli interventi esaminati nell’ambito del procedimento di VIA concluso con deliberazione n. 14/34 del 04/04/2012, e che detta sistemazione è ascrivibile tra i progetti di cui al punto 7, lettera n (Opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d’acqua) dell’allegato B1 alle Direttive di cui alla Delib.G.R. 11/75 del 2021”*, ha stabilito che tale modifica deve essere sottoposta alla procedura di Verifica di assoggettabilità alla VIA, di cui il presente Studio Preliminare Ambientale è parte integrante.

Considerata inoltre la prossimità dell'intervento con la ZSC ITB0400029 – *Costa di Nebida*, il presente elaborato è accompagnato dallo Studio di Incidenza relativo alla procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.), Livello I, Screening, ex art. 5 DPR 357/1997 e smi, ai sensi della LR 1/2019.

Si sottolinea, infine, che per gli interventi (secondo il progetto aggiornato) sono stati autorizzati con **Autorizzazione Paesaggistica** – Determinazione di Autorizzazione ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. 42/04 n. 1914, prot. N. 60339 del 05/12/2022.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il riferimento normativo per l'autorizzazione ambientale, a livello regionale, è la **Delibera della Giunta Regionale n. 11/75 del 24/03/2021** *“Direttive regionali in materia di valutazione di impatto ambientale (VIA) e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)”, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 (così come modificato, da ultimo, dalla Legge 120/2020), della L.R. 9/2006, art. 48, della L.R. 1/2018, art. 5, della L.R. 1/2019, art. 9, e della L.R. 2/2021, recante “Disciplina del provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR) di cui all'articolo 27 bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), e successive modifiche e integrazioni”*, nella quale sono individuate le procedure di Verifica di

assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (Screening), di VIA e rilascio del PAUR, nonché le categorie di opere soggette a tali procedure.

Attraverso la procedura di Screening, il Servizio Valutazioni Impatti e Incidenze Ambientali dell'Assessorato regionale della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, in qualità di autorità procedente, valuta se gli eventuali impatti sull'ambiente delle opere e degli impianti di cui all'allegato B) della citata Delibera siano significativi e tali da necessitare l'approfondimento della analisi relativa alla valutazione di impatto ambientale (VIA).

Le opere in progetto, con particolare riferimento alla bonifica e sistemazione del Rio San Giorgio, sono ricomprese tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA regionale di cui all'allegato B1, punto 7 – Progetti di infrastrutture, lettera n) – Opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d'acqua.

1.2 CRITERI PER LA REDAZIONE DELLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Nel presente Studio Preliminare Ambientale, redatto in conformità a quanto contenuto nell'allegato B3 *"Contenuti dello Studio Preliminare Ambientale"* di cui alla DGR 11/75 del 24/03/2021, sono analizzate e valutate le seguenti tematiche (ove pertinenti):

- a) la **descrizione del progetto**, comprese in particolare:
 - I. la descrizione della **localizzazione del progetto**, in particolare per quanto riguarda la sensibilità ambientale delle aree geografiche che potrebbero essere interessate.
 - II. la descrizione delle **caratteristiche fisiche** dell'insieme del progetto;
- b) la descrizione delle **componenti dell'ambiente** sulle quali il progetto potrebbe avere un impatto rilevante.
- c) la descrizione di tutti i **probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente**, nella misura in cui le informazioni su tali effetti siano disponibili, risultanti da:
 - I. i residui e le emissioni previste e la produzione di rifiuti, ove pertinente;
 - II. l'uso delle risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità.

Al fine di un'agevole lettura dello Studio, le informazioni di cui ai punti precedenti sono strutturate, ove pertinenti, secondo i criteri contenuti nell'allegato B4 della DGR sopra citata, di seguito riportati:

- 1. **Caratteristiche dei progetti** – Sono considerate in particolare:
 - a) le dimensioni e della concezione dell'insieme del progetto;
 - b) il cumulo con altri progetti esistenti e/o approvati;
 - c) l'utilizzazione di risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità;
 - d) la produzione di rifiuti;
 - e) l'inquinamento e disturbi ambientali;
 - f) i rischi di gravi incidenti e/o calamità attinenti al progetto in questione, inclusi quelli dovuti al cambiamento climatico, in base alle conoscenze scientifiche;
 - g) i rischi per la salute umana quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelli dovuti alla contaminazione dell'acqua o all'inquinamento atmosferico.
- 2. **Localizzazione dei progetti** – È considerata la sensibilità ambientale delle aree geografiche che possono risentire dell'impatto dei progetti, tenendo conto, in particolare:
 - a) dell'utilizzazione del territorio esistente e approvato;
 - b) della ricchezza relativa, della disponibilità, della qualità e della capacità di rigenerazione delle risorse naturali della zona (comprendenti suolo, territorio, acqua e biodiversità) e del relativo sottosuolo;
 - c) della capacità di carico dell'ambiente naturale, con particolare attenzione alle seguenti zone:
 - I. zone umide, zone riparie, foci dei fiumi;

- II. zone costiere e ambiente marino;
- III. zone montuose e forestali;
- IV. riserve e parchi naturali;
- V. zone classificate o protette dalla normativa nazionale; i siti della rete Natura 2000;
- VI. zone in cui si è già verificato, o nelle quali si ritiene che si possa verificare, il mancato rispetto degli standard di qualità ambientale pertinenti al progetto stabiliti dalla legislazione dell'Unione;
- VII. zone a forte densità demografica;
- VIII. zone di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica;
- IX. territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità di cui all'articolo 21 del D.Lgs. 18 maggio 2001, n. 228.

3. **Tipologia e caratteristiche dell'impatto potenziale** – I potenziali impatti ambientali dei progetti sono considerati in relazione ai criteri stabiliti ai precedenti punti 1 e 2, con riferimento ai fattori individuati nell'allegato B3, e tenendo conto, in particolare:

- a) dell'entità ed estensione dell'impatto quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, area geografica e densità della popolazione potenzialmente interessata;
- b) della natura dell'impatto;
- c) della natura transfrontaliera dell'impatto;
- d) dell'intensità e della complessità dell'impatto;
- e) della probabilità dell'impatto;
- f) della prevista insorgenza, durata, frequenza e reversibilità dell'impatto;
- g) del cumulo tra l'impatto del progetto in questione e l'impatto di altri progetti esistenti e/o approvati;
- h) della possibilità di ridurre l'impatto in modo efficace.

Come anticipato in premessa, la verifica di assoggettabilità è richiesta per le opere di sistemazione idraulica del Rio San Giorgio in variante rispetto al progetto sottoposto a VIA nel 2012. Tuttavia, nel presente documento sono riportate in maniera speditiva le informazioni relative al progetto nella sua globalità, cioè che riguardano anche gli interventi relativi alla realizzazione del Sito di Raccolta e alla bonifica dei Centri di Pericolo ad essa correlata, già oggetto di verifica ed esito positivo VIA (deliberazione n. 14/34 del 04/04/2012, prorogata con deliberazione n. 30/35 del 12/05/2018, e nota prot. DGA n. 6121 del 19/03/2020, con la quale il Servizio VIA ha stabilito di non sottoporre alla procedura di VIA una variante progettuale relativa alle modalità realizzative del Sito di Raccolta).

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nel presente capitolo sono descritti gli interventi previsti in progetto, così come già approvati in sede di procedura di VIA (2012), sottolineando, ove pertinenti, i dettagli tecnico-progettuali di approfondimento introdotti nelle successive fasi progettuali.

2.1 SINTESI DEGLI INTERVENTI

Come anticipato in premessa, gli interventi previsti riguardano la riqualificazione ambientale delle aree minerarie di Campo Pisano, Monte Agruxau, Seddas Moddizzis e dell'alveo del Rio San Giorgio, operata attraverso la rimozione dei minerari e mineralurgici derivanti prodotti dalle attività estrattive in oltre 30 aree (centri di pericolo - CdP), quindici (15) dei quali interessano direttamente il rio San Giorgio e alcuni suoi affluenti, e della loro sistemazione in un apposito Sito di Raccolta (SDR), ubicato in località Casa Massidda.

Sinteticamente, le attività da realizzare consistono in:

1. Espropri / asservimenti / occupazioni
2. Viabilità dei centri di pericolo: realizzazione e sistemazione della viabilità afferente ai CdP;
3. Interventi preliminari sul SRD, che consistono in:
 - approntamento dei cantieri;
 - realizzazione di strade e canali;
 - realizzazione dell'area di deposito e disidratazione sterili;
 - realizzazione dell'area di stoccaggio dello scotico e dei materiali;
 - preparazione dell'area di trapianto delle specie arboree;
 - espianto e trapianto delle specie arboree del Sito di Raccolta;
 - Scavi, che comprendono lo scotico generale e la regolarizzazione del fondo del SDR;
4. Opere provvisorie: realizzazione della paratia presso il SDR e presso il CdP 11 di Campo Pisano.
5. Rimozione dei depositi minerari e mineralurgici dai CdP e dal Rio San Giorgio, secondo le seguenti attività:
 - Cantierizzazione;
 - Realizzazione della viabilità interna e delle opere di consolidamento;
 - Realizzazione dei presidi idraulici per la gestione delle acque meteoriche;
 - Scavo e carico dei depositi minerari /mineralurgici;
 - opere accessorie e di completamento;
 - ripristini / collaudi.
6. Trasporto dei depositi minerari e mineralurgici dai CdP al SDR;

7. Costruzione del sito di raccolta: la realizzazione del SDR avverrà per livelli, ogni livello sarà riempito con i depositi minerari e mineralurgici scavati contemporaneamente dai CdP; nelle fasi di finalizzazione di ciascun livello sono previste le opere di rinaturazione degli argini;
8. Interventi di ripristino / rinaturazione.

2.2 ASPETTI PROGETTUALI AGGIORNATI RISPETTO AL PROGETTO APPROVATO

Ulteriori elementi conoscitivi hanno indotto i progettisti a rivedere gli aspetti progettuali con un nuovo approccio che si è concretizzato nella proposta di alcune varianti al Progetto Definitivo approvato e sottoposto alla procedura di VIA che, benché di carattere *non sostanziale*, consentono di apportare notevoli migliorie alle opere sia di carattere funzionale che di carattere tecnico. La relativa descrizione è strutturata secondo i tre macro interventi così come previsti nel progetto complessivo:

1. Realizzazione del Sito di Raccolta
2. Bonifica dei Centri di Pericolo (centri di rimozione degli sterili minerari)
3. Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio

In particolare, gli approfondimenti progettuali relativi alla bonifica dei CdP e alla realizzazione del SDR riguardano modifiche prettamente tecniche e di carattere ingegneristico che non influenzano l'entità dei possibili impatti sulle componenti ambientali, come già analizzati e valutati nella precedente procedura di VIA.

In relazione alle opere di rinaturalizzazione, le modifiche riguardano aspetti di natura spaziale, qualitativa e quantitativa in tutti gli ambiti di intervento: la scelta delle entità floristiche, arbustive e arboree, erbacee e basso-arbustive da utilizzare, il numero di individui da impiantare e le proporzioni percentuali di sementi dei moduli e delle bioisole sono stati calibrati a livello puntuale in coerenza con le superfici areali da rinaturare così come previste negli approfondimenti progettuali, e sulla base delle peculiarità ecologiche, morfo-pedologiche e spaziali dei luoghi di intervento. Al fine di massimizzare la resa dell'intervento e favorire l'innescio delle dinamiche fitoassociative naturali, localmente si è proceduto con l'integrazione di ulteriori specie floristiche (erbacee e arbustive) affini ai contesti di inserimento. In alcuni settori ad elevata sensibilità ambientale ed evoluzione vegetazionale, prossimi a siti di tutela naturalistica e che localmente mostrano la presenza di superfici riconducibili ad habitat di interesse comunitario (Seddas Moddizis), è prevista la piantumazione di entità floristiche erbacee e basso-arbustive derivanti da moltiplicazione a partire da germoplasma raccolto in situ. Al fine di tutelare le specie arboree di pregio presenti e interferenti con le opere in progetto, precedentemente all'avvio delle lavorazioni, è previsto l'espianto e successivo reimpianto degli esemplari/nuclei arborei autoctoni (lecci, sughere, olivastri, tamerici) rilevati in maniera puntuale in taluni settori di intervento. Il trapianto è previsto in aree con ambienti coerenti sotto il profilo biotico e abiotico, identificate preliminarmente in settori contermini ai siti di prelievo.

2.2.1 REALIZZAZIONE DEL SITO DI RACCOLTA

Area di deposito e gestione delle terre

Allo scopo principale di svincolare la sincronia delle lavorazioni dei centri di pericolo da quelle del sito di raccolta, in funzione delle granulometrie e delle attività previste per il deposito dei terreni, è prevista un'area di deposito e gestione delle terre divisa in due macrosettori, distinti per il deposito dei materiali palabili, a sud, e per la gestione dei materiali non palabili a nord; i due settori sono divisi dalla viabilità interna che collega l'ingresso sul lato ovest all'uscita sul lato opposto. Nelle aree di deposito dei materiali granulari sarà installato l'impianto necessario per la vagliatura e la frantumazione dei materiali. **Tali aggiornamenti/modifiche riguardano pertanto esclusivamente la fase di cantiere dell'opera, mentre il**

progetto del Sito è stato morfologicamente e fisicamente sviluppato in congruenza al Progetto Definitivo approvato.

Opera di sostegno

È prevista la realizzazione di una paratia provvisoria di pali di grande formato (pali strutturali D=1000 mm a interasse 1,3 m e pali secondari D=600mm realizzati con miscela di cemento-bentonite e non armati, con funzione di tenuta idraulica), contrastata da ancoraggi attivi a trefoli in acciaio. L'opera di sostegno si rende necessaria per consentire la preparazione dell'area di abbancamento nel bacino di San Giorgio degli sterili provenienti dagli altri siti di raccolta e ha quindi la finalità di sostenere temporaneamente gli sterili presenti nel bacino settentrionale di San Giorgio, a monte dello scavo. L'opera verrà ritombata con il progressivo abbancamento dei materiali provenienti dagli altri centri di raccolta che saranno posizionati a valle della stessa in un'area preventivamente preparata.

Manufatto di ispezione

In prossimità del settore nord-ovest del Sito, nella zona morfologicamente più depressa, è prevista la realizzazione di un manufatto con funzione di ispezione del centro di pompaggio dei colaticci basali per consentire interventi di manutenzione/sostituzione delle pompe.

Tali modifiche non risultano tali da influenzare in maniera significativa gli effetti di impatto già come precedentemente analizzati e valutati (VIA 2012).

2.2.2 BONIFICA DEI CENTRI DI PERICOLO

Campo Pisano

Al fine di eseguire lo scavo e la rimozione dei depositi del CdP CP-11 in sicurezza, è prevista la realizzazione di un'opera di sostegno costituita da pali trivellati di diametro D=1.000mm con lunghezze comprese tra 8m e 16m vincolata al substrato roccioso mediante tiranti definitivi che verrà parzialmente ritombata una volta rimossi gli sterili.

Seddas Moddizis

In vista delle operazioni di bonifica, al fine soddisfare le verifiche di stabilità, sono stati progettati alcuni interventi di stabilizzazione dei fronti di scavo mediante scarpate chiodate disposti a quinconce; le parti di scarpate caratterizzate dalla presenza di detriti di smarino saranno ricoperte con rete elettrosaldata maglia 20x20cm, geocomposito in rete metallica ad alta resistenza ed infine con una rete paramassi. L'opera permetterà la rimozione del minor quantitativo di roccia necessaria alla riprofilatura del versante, oltre ai depositi minerari e mineralurgici addossati.

Tali modifiche non risultano tali da influenzare in maniera significativa gli effetti di impatto già come precedentemente analizzati e valutati (VIA 2012).

2.2.3 BONIFICA E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIORGIO

2.2.3.1 SINTESI

Il Progetto Definitivo del 2012 non includeva la *sistemazione idraulica* del Rio San Giorgio; gli interventi previsti consistevano sostanzialmente in scavi del materiale da conferire al Sito di Raccolta e nella formazione di platee trasversali in massi naturali non legati nel fondo dell'alveo scavato, distribuite lungo il percorso dell'alveo nel tratto a monte di Bindua ("n. 19 platee in pietrame scapolo").

Con l'approvazione del suddetto progetto (2012), fu prescritto, nel caso di scavi superiore a 0,3 m, lo studio di compatibilità idraulica. Nel redigere il progetto definitivo aggiornato, nel quale sono previste altezze di scavo ben maggiori, in ottemperanza alla Determina di approvazione dell'ADIS è stato necessario elaborare un progetto di sistemazione che garantisse la compatibilità idraulica degli interventi di rimozione dei

depositi minerari e mineralurgici presenti nell'alveo. È stato di conseguenza studiato un profilo di fondo alveo di equilibrio, che ha comportato l'inserimento lungo il corso del fiume di opere trasversali in pietrame per controllare le velocità delle correnti di piena, costituite da briglie in gabbioni e mantellate al piede fatte di massi naturali di adeguate dimensioni, non legati, necessari per ridurre in alcuni tratti principali la pendenza longitudinale dell'alveo. In tal modo vengono contenute le velocità delle correnti di piena riducendo il fenomeno di erosione delle superfici e il volume dei solidi trasportati; inoltre, le modeste velocità delle correnti di magra comportano un aumento dei tempi di contatto delle acque con la vegetazione presente in alveo e nelle aree golenali, favorendo così il processo fitodepurativo.

In merito alle opere di rinaturalizzazione, i modelli di intervento e la loro applicazione lungo il tracciato fluviale sono stati adeguati ai risultati dei nuovi studi specialistici di carattere idraulico e, in particolare, al profilo dell'alveo di progetto e alle previste opere connesse (gabbionate e mantellate), nel rispetto comunque delle indicazioni fornite dallo studio di rinaturalizzazione del Progetto Definitivo del 2012. Nello specifico, è stato escluso l'utilizzo di grate lignee per la stabilizzazione dei versanti ed è stato introdotto un nuovo modello riferito alla rivegetazione di aree golenali. In merito alla attività di rivegetazione in alveo, è previsto il recupero parziale della vegetazione asportata procedendo da valle, ove saranno prelevati i rizomi, verso monte, dove saranno trapiantati gli elementi precedentemente prelevati, congiuntamente ai lavori di riprofilatura dell'alveo. Al fine di garantirne la stabilità, non è prevista alcuna opera progettuale di rinverdimento delle briglie e delle mantellate, preferendo una rinaturazione delle stesse spontanea a breve e lungo termine.

2.2.3.2 APPROFONDIMENTO SUI NUOVI STUDI E RELATIVE MODIFICHE PROGETTUALI

L'approccio progettuale di approfondimento afferente alla sistemazione del rio San Giorgio è stato condotto avendo cura di conciliare le esigenze legate all'asportazione dei sedimenti con quelle legate alla funzionalità idraulica. In via preliminare, si è provveduto a consultare i tecnici di alcuni Uffici competenti al fine di acquisire dei pareri sulla metodologia adottata, se pure informalmente. In particolare, i progettisti hanno avuto incontri con l'ARPAS, il Servizio Regionale del Genio Civile e il Comitato Tecnico-Scientifico del Parco Geominerario (anno 2019).

L'ARPAS, in merito agli interventi di bonifica dell'alveo, ha sostanzialmente condiviso l'approccio progettuale che prevedeva di procedere alla rimozione del deposito contaminato secondo previsioni del progetto definitivo avendo come requisito ineludibile da rispettare quello della funzionalità idraulica del sistema piuttosto che l'obiettivo di eliminare tutto il materiale contaminato fino a raggiungimento dei valori di fondo geochimico.

Il Genio Civile di Cagliari, in merito alla progettazione delle opere di sistemazione idraulica del rio San Giorgio e affluenti minori, che allora prevedeva la realizzazione di una savanella (inesistente perché quasi ovunque ricoperta da materiali derivati dalle attività estrattive dei decenni trascorsi) adatta a trasportare le portate di piena duecentennale secondo un andamento plani-altimetrico il più fedele possibile all'alveo naturale originario, ha suggerito *“di ridurre al minimo i movimenti di materia poiché si ritiene che i “banchi” di inquinanti siano ormai resi stabili dagli apparati radicali della vegetazione quasi ovunque presente e abbastanza fitta. Pertanto si consiglia di tralasciare l'obiettivo di garantire il contenimento delle portate Q200, ma limitare la riapertura dell'incisione a una sezione più contenuta, giusto per migliorare il deflusso superficiale per portate ordinarie e per un riordino idraulico dell'alveo”*.

Durante l'incontro col Rappresentante Tecnico-Scientifico del Parco Geominerario, prof. De Giudici, è stato discusso lo studio scientifico relativo al sistema Rio San Giorgio pubblicato nel 2017. Di seguito si riporta sinteticamente quanto emerso.

“Il prof. De Giudici, ben conoscendo le problematiche riguardanti il corso idrico in oggetto, ha illustrato nelle linee essenziali i risultati delle ricerche sul campo sviluppate dal suo team negli anni precedenti.

Lo studio principale (in quanto di maggiore interesse per la progettazione in corso) ha permesso di valutare i livelli del carico dei principali inquinanti (tra i quali lo Zinco) lungo il corso del rio San Giorgio. Per

rappresentare le grandezze rilevate sono stati prodotti diversi grafici; tra questi, uno particolarmente significativo riporta in ordinate, oltre alle portate, le quantità di inquinante rilasciate giornalmente (valore che dipende dai livelli di concentrazione e dalla portata) e in ascisse la progressiva lungo l'asse del fiume delle stazioni in cui sono stati effettuati i prelievi.

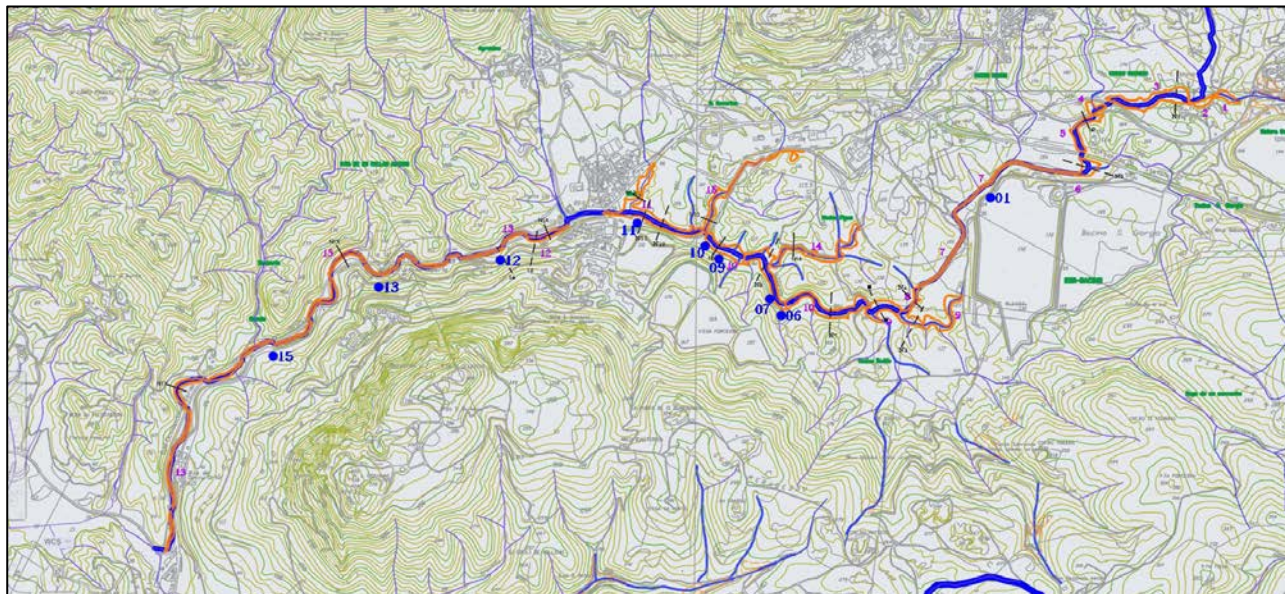


FIGURA 1 COROGRAFIA F.S. CON LA POSIZIONE LUNGO IL RIO SAN GIORGIO DI ALCUNE DELLE STAZIONI DI MISURA

Omettendo i particolari tecnici sulle modalità di esecuzione dei test, sinteticamente osserviamo che la linea dei carichi di Zn, tratta dalle analisi sui prelievi sinottici delle 9 AM, evidenzia quanto segue (riferimento alla corografia di Figura 1e al grafico di Figura 2):

- *Il dato rilevato alla stazione 01 mostra valori di carico molto bassi ai quali corrisponde un rilascio giornaliero intorno a 0.1 kg/giorno, valore quasi trascurabile.*
- *Nelle stazioni successive, sino alla n.10, detto valore tende ad aumentare mantenendosi ancora a livelli contenuti (quantità giornaliera rilasciata intorno a 1.0 kg/giorno).*
- *Più a valle il valore di carico dell'inquinante aumenta repentinamente e nella stazione n. 11 raggiunge un picco del valore di circa 6.2 kg/giorno.*
- *Procedendo ancora verso valle, in corrispondenza della stazione 13, si riscontra un minimo relativo pari a poco più di 3 kg/giorno.*
- *Infine, Il valore registrato nella stazione posizionata più a valle si attesta intorno a 5 kg/giorno.*

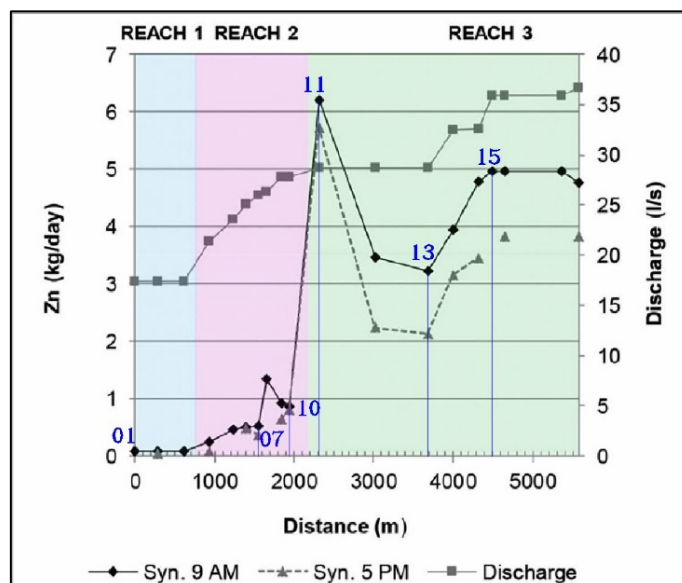


FIGURA 2 GRAFICO ESTRATTO DALLA PUBBLICAZIONE "THE ROLE OF NATURAL BIOGEOCHEMICAL BARRIERS IN LIMITING METAL LOADING TO A STREAM AFFECTED BY MINE DRAINAGE" (G. DE GIUDICI ET AL.)

Lo stesso prof. De Giudici fornisce una interpretazione dei risultati sopra esposti:

- In tutto il primo tratto a monte del corso idrico non vengono rilasciate significative quantità di inquinanti nonostante i campioni di terreno prelevati (in profondità) e analizzati da IGEA ne indichino la presenza; questo dimostra che le superfici di scorrimento dell'alveo non sono luogo di rilascio significativo. Per via della geometria dell'alveo, molto estesa in larghezza e percorsa per lunghi tratti da correnti molto lente (tratti di pendenza modesta), a livello di bilancio annuale prevale la sedimentazione. Il modesto rilascio è certamente da attribuire a una serie di fattori favorevoli, quali la densa copertura vegetale presente in questo tratto, fenomeni di formazione di minerali metallici nei sedimenti che ricoprono il letto del fiume, condizioni chimico-fisiche raggiunte nel corso degli anni. Nel lavoro illustrato dal prof. De Giudici sono descritte ulteriori processi biogeochimici che portano a immobilizzare i metalli nei sedimenti del fiume. Viene inoltre sottolineato che la presenza e lo stato di salute della vegetazione, sono favorite per lo più dagli apporti degli scarichi dei reflui urbani presenti lungo il corso d'acqua. Essi sopperiscono di fatto alla carenza idrica che si avrebbe durante la stagione secca. Verosimilmente i reflui urbani hanno favorito lo sviluppo di vegetazione in un suolo le cui funzioni avevano inizialmente una bassa efficienza.
- Nel tratto più a valle i terreni rilasciano materiali inquinanti in misura maggiore, sino a portare la concentrazione al valore di picco di 2500 $\mu\text{g/l}$. Tuttavia, la diminuzione di concentrazione che si osserva immediatamente più a valle, è una ulteriore conferma dell'efficacia della funzione della copertura vegetale che agisce direttamente sui volumi idrici in transito. È da notare che la posizione della stazione in cui si registra il maggiore picco di carico dello zinco e altri inquinanti, coincide con la confluenza del tributario che drena le aree dei "fanghi rossi".

Nello stato attuale delle cose i sedimenti deposti nel rio San Giorgio non vengono erosi, quantomeno in tutto il periodo di osservazione. Affinché le condizioni favorevoli innescate dalla vegetazione e dai processi biogeochimici nei sedimenti possano attuarsi, occorre che la corrente si propaghi a velocità moderata. Questo è garantito attualmente in parte dalla scabrezza delle superfici di scorrimento dovuta alla presenza della stessa vegetazione; in parte dalla pendenza longitudinale dell'alveo che in vari tratti è estremamente ridotta, tanto da generare aree di ristagno".

Richiamando, unitamente alle informazioni sopra esposte, i suggerimenti e le linee di indirizzo forniti dall'ARPAS e dal Genio Civile, i progettisti avevano pertanto proposto l'azione di intervento appresso descritta:

TRATTO NATURALE A MONTE:

- sistemazione mediante rimodellazione della sezione dell'alveo, con il minimo scavo di una savanella delle dimensioni indicate nel Progetto Definitivo, o inferiori;
- conservazione della vegetazione presente e integrazione, dove possibile, con essenze uguali negli habitat corrispondenti;
- introduzione di briglie in gabbioni rinverditi in modo da stabilizzare il profilo idraulico e contenere le pendenze longitudinali, anche al fine di favorire la formazione di aree di ristagno "controllato, preservando anche la così detta "zona iporreica";
- nessuna modifica delle aree comprese tra due briglie successive se non in prossimità delle stesse, a monte e a valle, dove la sezione della savanella è ben definita per evitare la formazione di invasi.

TRATTO CANALIZZATO MEDIANO:

- pulizia dell'alveo per riportarlo alla configurazione originaria al fine di contrastare l'erosione e trasporto a valle delle materie presenti durante le piene causata dalla pendenza longitudinale maggiore;
- regolarizzazione e riordino della sezione idraulica dove occorre;
- inserimento di opere di raccordo con i tratti naturali a monte e a valle.

TRATTO NATURALE A VALLE SINO ALL'ABITATO DI BINDUA E AFFLUENTI MINORI:

- sistemazione idraulica come descritto per il tratto naturale a monte.

TRATTO NATURALE A VALLE DELL'ABITATO DI BINDUA:

- nessun intervento.

Con le nuove modalità di intervento proposte si sarebbero avuti scavi per circa 50'000 m³ di sedimenti da conferire al sito di raccolta, a fronte di un volume totale previsto nel progetto approvato di circa 370'000 m³. Tale proposta progettuale fu inoltrata quindi al Servizio Tutela dell'atmosfera e del territorio – Ass. Difesa Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna per il parere di ammissibilità. Nell'ambito dei tavoli tecnici convocati successivamente, la variante progettuale proposta fu definita di carattere sostanziale, prospettando sostanzialmente una nuova procedura VIA. Inoltre, in tale sede, emersero diverse perplessità sulla effettiva e futura funzione di isolamento dei contaminanti nel substrato operata dagli apparati radicali della vegetazione presente in alveo a seguito soprattutto della prevista rimozione dello scarico fognario esistente, il cui apporto idrico era concordemente ritenuto essenziale per il comportamento del sistema del Rio, come anche dimostrato dagli studi del prof. De Giudici.

Al fine di scongiurare ulteriori ritardi, il Comune di Iglesias, in qualità di proponente, ritirò pertanto la proposta di variante, preferendo la soluzione che prevedeva la stesura del Progetto Definitivo aggiornato per un appalto integrato, lasciando all'appaltatore aggiudicatario l'onere di eseguire le indagini integrative finalizzate alla definizione puntuale dei volumi di sedimenti da asportare e la progettazione esecutiva degli interventi nel rio San Giorgio.

2.3 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

2.3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area vasta oggetto degli interventi è composta da un settore geografico interessato dalla realizzazione del Sito di Raccolta e da quattro aree o Centri di Rimozione di sterili minerari: Campo Pisano, Monte Agruxau, Seddas Moddizzis e lungo l'alveo del Rio San Giorgio.

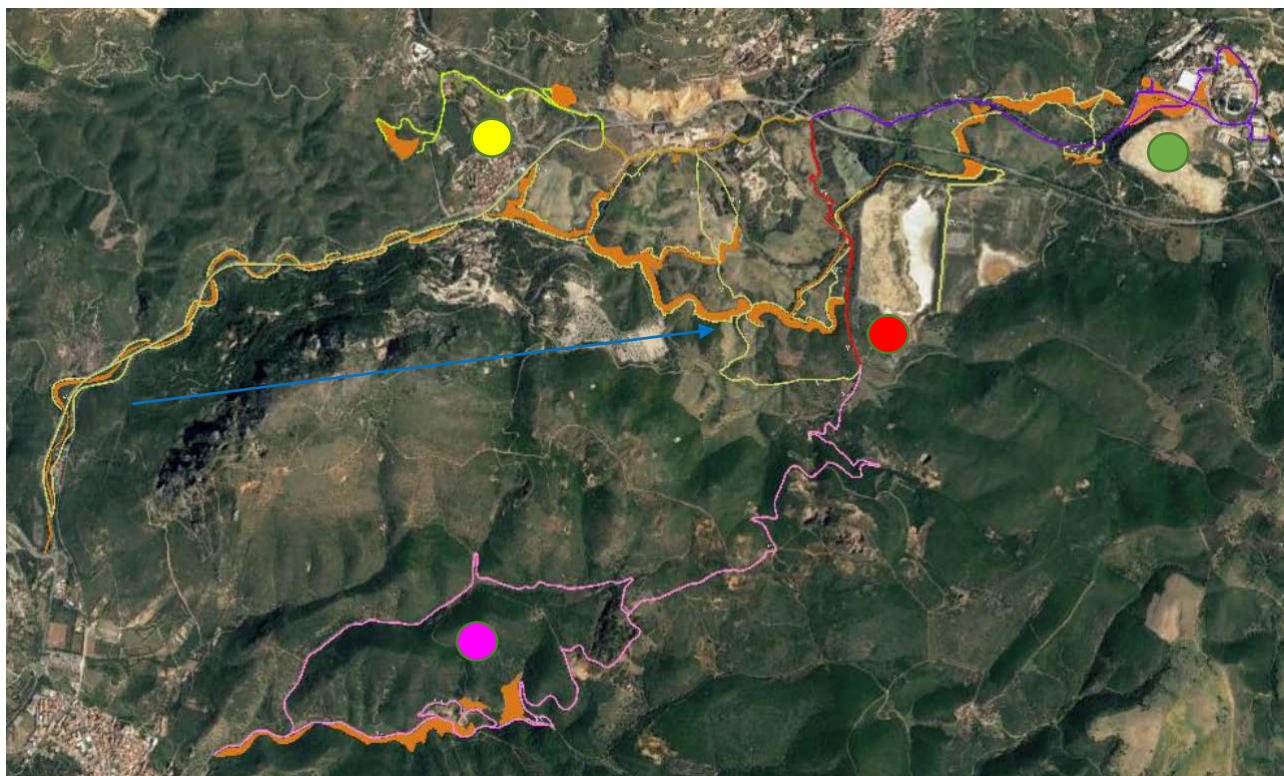


FIGURA 3 AREE MINERARIE DI CAMPO PISANO (VERDE), DI MONTE AGRUXAU (GIALLO) E DI SEDDAS MODDIZZIS (ROSA), RIO SAN GIORGIO (FRECCIA BLU) E SITO DI RACCOLTA IN LOCALITÀ CASA MASSIDDA (ROSSO). IN ARANCIONE L'UBICAZIONE DEI CENTRI DI PERICOLO

2.3.1.1 SITO DI RACCOLTA

L'area d'intervento è individuata cartograficamente al F. 555 Sez. 2 della Carta edita dall'IGM alla scala 1:25.000, lungo la strada sterrata di collegamento Iglesias-Gonnesa che in passato garantiva i collegamenti col borgo minerario di Seddas Moddizis. Dista in linea d'aria circa 1600 m in direzione N dall'abitato di Iglesias, 4070 m in direzione SO dall'abitato di Gonnesa e circa 2070 m in direzione E-NE dall'abitato di Bindua. La distanza lungo strada da Iglesias è pari a circa 2200 m.

Il Sito di Raccolta in progetto sarà impostato nella sponda orientale della valle di Iglesias, nella parte terminale della valle Bega de su Cunventu, individuata e delimitata come segue:

- a sud est dal canale di intercettazione delle acque provenienti da monte (canale di guardia) realizzato nel 1988 dalla SIM, che corre a cavallo della isoipsa a quota 150 m s.l.m.;
- a est dalla isoipsa a quota +149 m s.l.m.;
- a nord dal margine meridionale del bacino sterili di San Giorgio;
- a ovest dalla strada sterrata Iglesias-Seddas Moddizis-Gonnesa.



FIGURA 4 ASSETTO TERRITORIALE ATTUALE DEL SETTORE AMBIENTALE DEL SITO DI RACCOLTA (FONTE: ORTOFOTO AGEA, 2016)

Tale area era stata già inserita nel perimetro dell'ultimo bacino di raccolta degli sterili dell'impianto mineralurgico della miniera di Campo Pisano in quanto adiacente alla valle del rio San Giorgio, impostata quasi per intero nella formazione degli scisti di Cabitza, praticamente impermeabili, e la cui arginatura avrebbe generato un volume di raccolta di entità non trascurabile.

I lavori su questa porzione di territorio si limitarono alla realizzazione del canale di guardia a monte e all'iniziale arginatura di valle, con la costruzione del rilevato fino a quota +123 m s.l.m.

Attualmente la valle Bega de su Cunventu è interrotta dall'estremità meridionale del bacino sterili che si incunea in essa. Le superfici sono parzialmente ricoperte da macchia mediterranea, da eucaliptus nella parte più depressa, da alcuni pini e cipressi localizzati vicino ai ruderi della Casa Massidda.

La restante superficie è spoglia, in parte occupata dall'abbancamento di sterili mineralurgici, in parte interessata da alcune piste di cantiere, da aree già scoticate o adibite a pascolo saltuario.

Il Sito di Raccolta in oggetto è quindi strettamente correlato coi bacini degli sterili dell'impianto mineralurgico della miniera di Campo Pisano.

2.3.1.2 CENTRI DI PERICOLO

Campo Pisano

L'area mineraria di Campo Pisano si trova nel territorio di Iglesias, a sud della stessa cittadina. Vi si accede direttamente dalla statale raccordo 130, all'altezza del km 54, attraverso uno svincolo di qualche centinaio di metri e dall'abitato di Iglesias, attraversando il quartiere Campo Romano, tramite una strada sterrata. Sono inoltre presenti altre strade secondarie, lato ovest e nord dell'area, che nel passato sono state al servizio dell'attività mineraria. È individuata nella C.T.R., alla scala 1: 10.000, nella tavola 555070.

L'area ricade all'interno del Sito di Interesse Nazionale del Sulcis Iglesiente Guspinese (D.M. n.468 18 settembre 2001) e del Parco Geominerario Storico ed Ambientale della Sardegna (D.M. 16 ottobre 2001).



FIGURA 5 ASSETTO TERRITORIALE DEL SETTORE AMBIENTALE DI CAMPO PISANO (FONTE: ORTOFOTO AGEA, 2016)

Nell'area di Campo Pisano sono attualmente insediati gran parte degli uffici della Soc. Igea Spa (amministrativi e tecnici), gli spogliatoi operai, le officine di manutenzione, il magazzino ricambi, l'archivio storico minerario, l'impianto di eduazione acque dalla falda profonda.

I relativi fabbricati e impianti sono sottoposti a manutenzione, che non viene invece effettuata normalmente nella gran parte dell'insediamento industriale, soprattutto in seguito al fermo dell'attività mineraria e mineralurgica. I fabbricati di maggior età sono stati da tempo abbandonati e molti di essi sono precari anche dal punto di vista statico.

I fabbricati di più recente realizzazione sono invece maggiormente controllati: è stato anche realizzato un parziale intervento di bonifica all'interno di una parte di essi.

Nell'area immediatamente a valle rispetto agli impianti venivano depositati i materiali residui delle attività di trattamento mineralurgico o i semilavorati non immediatamente commerciabili.

Diversi cumuli sono stati così costituiti, soprattutto nel periodo 1920-1960, su superfici libere vicine agli impianti stessi. Alcuni di questi depositi sono oggi facilmente visibili nei pressi dei vecchi forni di calcinazione, della vecchia laveria e ai lati del corso d'acqua che raccoglie le acque di percolazione superficiale e i vari drenaggi interni all'insediamento.

Altri depositi sono stati utilizzati come base per la realizzazione di piazzali e strade interne all'impianto.

La realizzazione del primo grande bacino sterili, avvenuta nel 1963, ha razionalizzato la gestione degli sterili di laveria che da quel momento in poi, e fino al 1974, sono stati tutti conferiti in quell'area.

A est dell'insediamento industriale, l'area degli scavi minerari è ancora oggi di forte impatto visivo: i due scavi Armosini e Usai si presentano come depressioni ricoperte da ghiaie di varia pezzatura, con superfici irregolari e non rivegetate.

Monte Agruxau

L'area mineraria di Monte Agruxau è ubicata all'interno del territorio comunale di Iglesias, e dista circa 4 km dalla stessa cittadina. È accessibile dalla S.S. 126 Iglesias - Carbonia, all'altezza della circonvallazione per Fluminimaggiore – Buggerru, dove si imbecca la deviazione per l'abitato di Monte Agruxau.

È individuata nella carta edita dalla I.G.M. alla scala 1:25.000 nei fogli 555, sezione III Portoscuso e sezione IV Cala Domestica, e nella C.T.R. alla scala 1: 10.000, nella tavola 555060.

All'interno dell'area mineraria sorge la frazione di Monte Agruxau, ai piedi del colle omonimo, mentre ai margini dell'area, a ridosso della S.S. 126, è presente la frazione di Bindua. Le due frazioni sono separate tra loro da una pineta impiantata nel periodo di attività mineraria.



FIGURA 6 ASSETTO TERRITORIALE DEL SETTORE AMBIENTALE DI MONTE AGRUXAU (FONTE: ORTOFOTO AGEA, 2016)

L'area ricade all'interno del Sito di Interesse Nazionale del Sulcis Iglesiente Guspinese (D.M. n.468 18 settembre 2001) e del Parco Geominerario Storico ed Ambientale della Sardegna (D.M. 16 ottobre 2001). Inoltre, secondo la direttiva 92/43 CEE “Habitat” le aree a monte del villaggio minerario ricadono nella Zona Speciale di Conservazione (ZSC) di cui alla direttiva 92/43/CEE “Habitat”, denominato “Costa di Nebida”, codice ITB040029, il cui aggiornamento del Piano di Gestione è stato approvato con Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente n. 23130/38 del 29/10/2015.

Seddas Moddizzis

L'area mineraria di Seddas Moddizzis è ubicata all'interno della macroarea Valle del Rio San Giorgio – Iglesias, nell'ambito del territorio comunale di Iglesias e Gonnese, a sud dei rilievi che bordano a meridione la valle di Iglesias, nell'altipiano di San Giorgio (240 m s.l.m.). È raggiungibile da Gonnese per mezzo di una strada in parte asfaltata, e dopo aver percorso circa 2 km si raggiungono i ruderi dell'area impianti; proseguendo nell'interno si arriva al villaggio Asproni, al centro dell'altipiano.

È individuata nella Carta edita dall'I.G.M. alla scala 1:25.000 nel Foglio 555 Sez. III Portoscuso, e nella C.T.R. alla scala 1: 10.000, nelle tavole 555100 e 555110.

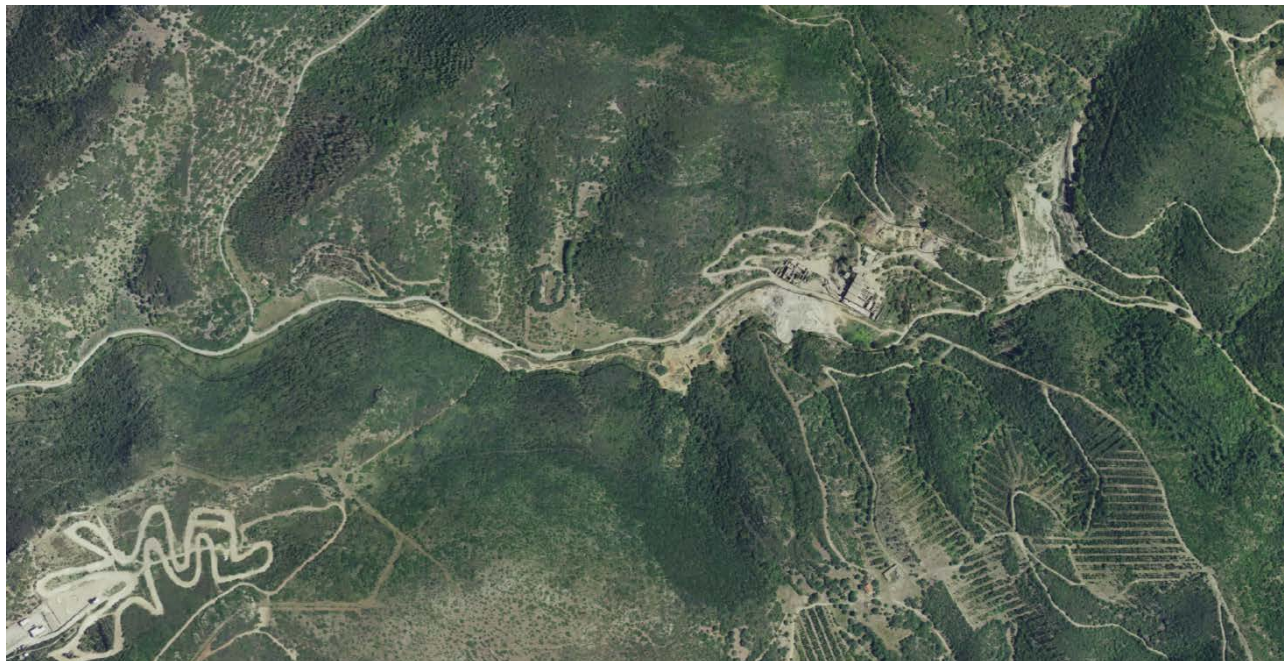


FIGURA 7 ASSETTO TERRITORIALE DEL SETTORE AMBIENTALE DI SEDDAS MODDIZIS (FONTE: ORTOFOTO AGEA, 2016)

L'area ricade inoltre all'interno del Sito di Interesse Nazionale del Sulcis Iglesiente Guspinese (D.M. n.468 18 settembre 2001) e del Parco Geominerario Storico ed Ambientale della Sardegna (D.M. 16 ottobre 2001).

Buona parte dei centri di pericolo dell'ambito di Seddas Moddizis ricadono interamente all'interno dell'ambito territoriale della Zona Speciale di Conservazione (ZSC) di cui alla direttiva 92/43/CEE "Habitat", denominato "Costa di Nebida", codice ITB040029.

2.3.1.3 RIO SAN GIORGIO

L'area vasta oggetto degli interventi è composta da un settore geografico interessato dalla realizzazione del Sito di Raccolta e dalle quattro aree o Centri di Rimozione di sterili minerari di Campo Pisano, Monte Agruxau, Seddas Moddizis e dell'alveo del Rio San Giorgio, che scorre al centro della valle omonima. Il sistema è localizzato nella Sardegna sud occidentale, all'interno del territorio dei comuni di Iglesias e Gonnese, nella Provincia di Sud Sardegna, ed è compresa nel foglio 555 della cartografia ufficiale alla scala 1: 10.000 (CTR 555100, 555110, 555060 e 555070).

Il fiume si origina a SO della cittadina di Iglesias e, dopo circa 8 km di percorso in direzione EO, sversa le sue acque nella palude di Sa Masa, in territorio di Gonnese. La porzione terminale dell'alveo ricade all'interno dell'ambito territoriale del Sito di Interesse Comunitario di cui alla direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, denominato "Costa di Nebida", il cui aggiornamento del Piano di Gestione è stato approvato con Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente n. 23130/38 del 29/10/2015, codice ITB040029, ricadente nei comuni di Buggerru, Iglesias, Gonnese, Portoscuso.

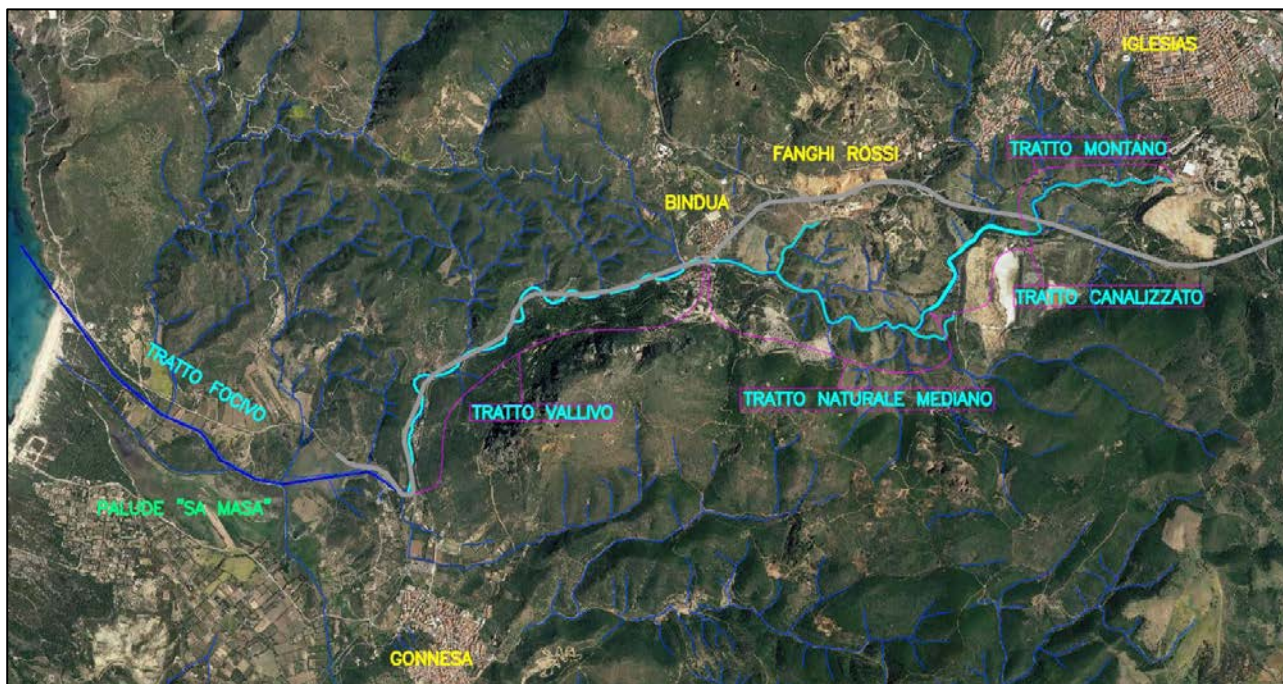


FIGURA 8 INQUADRAMENTO TERRITORIALE: IN CIANO, IL TRACCIATO DEL RIO SAN GIORGIO OGGETTO DI INTERVENTO

2.3.2 DESCRIZIONE DEL CONTESTO LOCALE

2.3.2.1 SITO DI RACCOLTA

L'elemento paesaggistico dominante nell'area afferente al Sito di Raccolta è costituito dai bacini di decantazione degli sterili mineralurgici, strutture artificiali di chiara origine mineraria, molto invasivi ma caratterizzanti i paesaggi minerari e in quanto tali da preservare con la messa in opera di tutti gli interventi atti a evitare il protrarsi di eventuali processi di contaminazione in atto.

Gli ultimi bacini sterili realizzati al servizio dell'impianto mineralurgico di Campo Pisano sorgono in località San Giorgio "Zona Case Olla" nel comune di Iglesias. I centri abitati più vicini ai bacini sono appunto la città di Iglesias, dal quale distano circa 1km in linea d'aria, e la frazione di Bindua che si trova a circa 2 km. Dall'incrocio fra la S.S. 126 e la SS130, all'altezza dello svincolo per Monteponi, si dirama la strada sterrata camionabile che permette di raggiungere con un percorso di circa 900 m la base dell'ultimo bacino di San Giorgio.

I bacini di San Giorgio formano un unico corpo, costituito da due depositi adiacenti realizzati in epoche diverse per il contenimento degli sterili mineralurgici prodotti dal ciclo produttivo dell'impianto di trattamento della miniera di Campo Pisano fra gli anni 1974 e 1998.

Il primo bacino fu realizzato nel 1974, a seguito del colmamento del bacino sterili di Campo Pisano e utilizzato fino al 1988. Fu costruito con criteri moderni in modo da garantire alcune esigenze fondamentali, quali la delimitazione mediante la costruzione di un sistema di argini dell'area del bacino, la scelta di un'area geologicamente idonea dal punto di vista della permeabilità e delle caratteristiche geotecniche, l'utilizzo ottimale delle acque di processo con la costruzione di sistemi drenanti di recupero delle acque chiarificate e di quelle di permeazione, la salvaguardia dei corsi d'acqua naturali mediante la deviazione degli alvei interferenti con l'opera. Il bacino rimase in attività per circa 14 anni raggiungendo la quota di massimo invaso di 146 m s.l.m. che fu stabilita in funzione delle caratteristiche morfologiche e geologiche del basamento. Attualmente tale bacino occupa una superficie di circa 300.000 m² con un volume di materiali abbancati di circa 3.700.000 m³ e un'altezza totale massima all'argine di 28m.

Nel 1988 si rese necessaria la predisposizione di un nuovo bacino che entrò in funzione nello stesso anno. La sua struttura costituisce una naturale prosecuzione del vecchio verso valle. La sua edificazione richiese una ulteriore deviazione del rio San Giorgio. L'argine del nuovo bacino venne progettato secondo lo schema tipicamente adoperato in tali opere, denominato *upstream*. Tale metodologia costruttiva è stata scelta sia per la migliore affidabilità strutturale dell'opera, viene in tal modo infatti garantita una conformazione stabile dal punto di vista geotecnico, sia per la particolare orografia del sito nonché per la semplicità operativa ed economicità dell'opera e del suo esercizio. L'andamento planimetrico del rilevato di contenimento è stato progettato allo scopo di ottenere un invaso di capacità pari a $7,5 \text{ Mm}^3$.

Gli argini di contenimento sono stati realizzati con materiale roccioso estratto in loco e opportunamente compattato con mezzi meccanici; tale materiale presenta ottime capacità meccaniche e costituisce, insieme alla frazione più grossolana (sabbia) degli sterili mineralurgici, che si trova depositata in prossimità dell'argine, la parte più resistente dello sbarramento.

La protezione del rilevato dalle acque di percolazione è garantita da un sistema di drenaggio e di convogliamento a valle di tali acque. Il rilevato presenta una sezione tipo con pendenza a monte e a valle di circa 30 gradi che garantisce sufficientemente la stabilità dello sbarramento.

Nella Figura 9 sono rappresentati così come potevano apparire fino al 1998, ampi depositi di materiali sabbioso-limosi in fase di consolidamento ricoperti da una lama d'acqua dello spessore dal decimetro al metro in fase di chiarificazione.



FIGURA 9 IMMAGINE DEI BACINI FANGHI STERILI NEGLI ANNI '90 DEL SECOLO SCORSO, DURANTE IL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO MINERALURGICO DI CAMPO PISANO. LA SPIANATA DEL BACINO È RICOPERTA DA UNA LAMA D'ACQUA SUPERFICIALE

A distanza di tempo dalla cessazione delle attività i due depositi contigui, in mancanza dell'apporto costante dell'acqua, solo stagionalmente tali bacini sono caratterizzati dalla presenza di piccoli specchi d'acqua nelle porzioni di superficie più depressa (acque meteoriche zenitali), le quali non vengono più

captate dal sistema di raccolta a causa del ridotto livello delle stesse. Inoltre la loro presenza non è un fattore di pregio (dato anche il prolungato contatto con i materiali sottostanti, contenenti metalli pesanti in concentrazioni superiori a quelle ammesse dalle normative ambientali) ma provoca un rallentamento del processo di consolidamento dei materiali fini accumulati.



FIGURA 10 AL CENTRO IL BACINO DI RACCOLTA DEGLI STERILI DI MINIERA DI SAN GIORGIO

2.3.2.2 CENTRI DI PERICOLO

Campo Pisano

Nell'area di Campo Pisano sono attualmente insediati gran parte degli uffici della Soc. Igea (amministrativi e tecnici), gli spogliatoi operai, le officine di manutenzione, il magazzino ricambi, l'archivio storico minerario, l'impianto di eduazione acque dalla falda profonda.

I relativi fabbricati e impianti sono sottoposti a manutenzione, che non viene invece effettuata normalmente nella gran parte dell'insediamento industriale, soprattutto in seguito al fermo dell'attività mineraria e mineralurgica. I fabbricati di maggior età sono stati da tempo abbandonati e molti di essi sono precari anche dal punto di vista statico.

Nell'area immediatamente a valle rispetto agli impianti venivano depositati i materiali residui delle attività di trattamento mineralurgico o i semilavorati non immediatamente commerciabili. Diversi cumuli sono stati così costituiti, soprattutto nel periodo 1920-1960, su superfici libere vicine agli impianti stessi. Alcuni di questi depositi sono oggi facilmente visibili nei pressi dei vecchi forni di calcinazione, della vecchia laveria e ai lati del corso d'acqua che raccoglie le acque di percolazione superficiale e i vari drenaggi interni all'insediamento.

Altri depositi sono stati utilizzati come base per la realizzazione di piazzali e strade interne all'impianto.

La realizzazione del primo grande bacino sterili, avvenuta nel 1963, ha razionalizzato la gestione degli sterili di *laveria* che da quel momento in poi, e fino al 1974, sono stati tutti conferiti in quell'area.

A est dell'insediamento industriale, l'area degli scavi minerari è ancora oggi di forte impatto visivo: i due scavi *Armosini* e *Usai* si presentano come depressioni ricoperte da ghiaie di varia pezzatura, con superfici irregolari e non rivegetate.



FIGURA 11 VISTA PANORAMICA DEL BACINO DEGLI STERILI MINERALURGICI DI CAMPO PISANO



FIGURA 12 VISTA PANORAMICA DA EST DELL'AREA DEGLI SCAVI MINERARI A GIORNO DI CAMPO PISANO

Monte Agruxau

I depositi degli sterili di miniera sono stati creati durante il funzionamento degli impianti mineralurgici sorti nell'area di Monte Agruxau: una volta individuata l'area per l'ubicazione del bacino, si procedeva alla

realizzazione dell'argine, costituito nel migliore dei casi con materiali grossolani e normalmente con le frazioni di granulati di maggiori dimensioni fra quelli disponibili in impianto.

Su questi bacini venivano inviati i materiali di rifiuto dell'impianto di trattamento in sospensione acquosa, sotto forma di torbida. In seguito alla deposizione si verificava, col tempo, la separazione della frazione solida, molto fine, per semplice sedimentazione. Le acque "chiare" creavano un laghetto nella parte verso monte e venivano recuperate per esigenze impiantistiche o finivano disperse nell'ambiente per percolazione all'interno del bacino o per evaporazione.

Per consentire un più rapido deflusso delle acque, nei bacini di grandi dimensioni, soprattutto in termini di spessore del deposito, venivano realizzati opportuni sistemi drenanti all'interno del bacino stesso.

Per impedire che le acque di scorrimento superficiale provenienti dalla parte a monte andassero ad incidere i materiali abbancati venivano realizzati dei "canali di guardia". Si trattava di canali con fondo in roccia naturale o cementati atti ad intercettare le acque meteoriche e ad indirizzarle a valle oltre gli stessi depositi "sterili".

Nei bacini di Monte Agruxau non furono realizzati canali di guardia da parte delle società minerarie: infatti fino al 1960 le società adottavano la pratica dell'*"apertura"* degli argini delle dighe per provocare il rapido svuotamento delle stesse: le acque trascinavano i fanghi più a valle fino alla palude Sa Masa.

Lo stato attuale dei bacini è di totale abbandono. Gli argini sono in parte erosi dalle acque. La vegetazione, normalmente molto rada, ha riconquistato parte delle superfici insediandosi su pochi centimetri di suolo ricostituito superficialmente grazie all'azione dell'acqua e del vento. La parte restante è invece esposta all'azione erosiva degli agenti atmosferici: i bacini risultano tutti incisi da corsi d'acqua che, attraversando il corpo di *discarica* danno luogo a due processi fondamentali:

- a) di tipo fisico, con l'erosione degli adunamenti inquinanti, l'asportazione in sospensione delle frazioni più fini, il trasporto e la loro rideposizione a valle
- b) di tipo chimico, con passaggio alla fase fluida di elementi inquinanti

All'interno di una superficie di oltre 20 ettari, a quote comprese fra i 95 m e i 120 m sul livello del mare, sono presenti 5 distinti depositi di materiali derivanti dalla passata attività mineralurgica e 8 discariche minerarie. Gli abbancamenti di sterili si trovano dislocati nelle aree limitrofe alle attuali strutture abitative di Monte Agruxau, a ridosso della pineta Bindua, a monte e a valle della S.S. 126.

Il Progetto Definitivo ha previsto la rimozione di due bacini "sterili", aventi identificativi CdP 9 e CdP 13.

Il **CdP9** è il più occidentale dei bacini sterili di Monte Agruxau. I materiali che lo costituiscono sono contenuti, all'interno di un compluvio tra due rilievi contrapposti, da un argine di altezza superiore a 20 m. I materiali costituenti sono depositati a quote comprese fra i 100 e i 120 m s.l.m..

All'interno del deposito, adiacente all'argine, è presente un'ampia depressione, dai margini irregolari, generata in seguito all'asportazione di materiali successiva alla loro messa in opera. In tale depressione si crea, nella stagione delle piogge, un piccolo laghetto di limitata capacità. Infatti le acque possono defluire attraverso un'incisione profonda realizzata nel bordo settentrionale dell'argine, e da lì riversarsi nell'idrografia naturale.

Ad esclusione di piccole porzioni di superficie dove si è instaurata una vegetazione rada, i materiali fini sono a diretto contatto con l'aria e quindi facilmente erodibili e asportabili.



FIGURA 13 VISTA DALL'ALTO DEL CDP N.9 DELL'AREA MINERARIA DI MONTE AGRUXAU

Il **CdP13**, prodotto con i fanghi provenienti dalla laveria Galletti, è localizzato in prossimità della chiesetta campestre di S. Severino ed è posto a quota 112 m s.l.m..

L'argine, dell'altezza di qualche metro, è realizzato con gli stessi materiali fini costituenti l'intero deposito, ciò che ne ha provocato il cedimento a tratti. Non esistono opere di regimazione idraulica.



FIGURA 14 IN PRIMO PIANO IL CDP N.13 DELL'AREA MINERARIA DI MONTE AGRUXAU, ADIACENTE LA CIRCONVALLAZIONE PER IGLESIAS-SS126

Seddas Moddizzis

Il complesso minerario di Seddas Moddizzis è composto dal villaggio Asproni, dai cantieri di estrazione, dalle due laverie (la vecchia e la nuova) e dai grandi forni di calcinazione.

Gli elementi strutturali, fabbricati e impianti, non essendo mai stati sottoposti a manutenzione in seguito al fermo dell'attività mineraria e mineralurgica, si presentano oggi in uno stato di evidente degrado.

Il problema ambientale più rilevante nell’area è rappresentato dalla natura e dalla posizione dei bacini di sterili mineralurgici, in prossimità dell’area impianti, a poco più di un km di distanza in linea d’aria dall’abitato di Gonnese. Trattasi a tutti gli effetti di abbancamenti di elementi fini privi di strutture di contenimento stabili, con superfici esposte all’azione dei venti e delle acque meteoriche di corrivazione superficiale. Si trovano ubicati all’interno del compluvio della valle del rio s’Ena Terra Segada le cui acque si riversano a monte dell’abitato di Gonnese.



FIGURA 15 VISTA PANORAMICA DELL’AREA DI SEDDAS MODDIZZIS

2.3.2.3 RIO SAN GIORGIO

L'area vasta entro cui trova spazio il bacino idrografico del Rio San Giorgio è stata la sede di numerose attività minerarie, alcune delle quali fra le più importanti in ambito nazionale nella estrazione di minerali di piombo, zinco e altri associati.

Le attività di estrazione dei minerali e di trasformazione degli stessi ha prodotto una serie di strutture, costituite dagli ingenti quantitativi di "materiali di scarto" delle attività di trasformazione, che possono essere in gran parte ricomprese nelle due principali categorie:

- "Discariche" minerarie: costituite da cumuli di materiali granulari di pezzatura variabile (la maggior parte compresa nella classe 0-200 mm) generata dallo scavo di gallerie e pozzi di estrazione entro rocce "sterili", che generalmente si trovano nelle immediate vicinanze degli imbocchi di gallerie o di scavi di coltivazione a cielo aperto.
- Abbancamenti di materiali di varia natura e granulometria, prodotti quali rifiuti "sterili" di attività mineralurgica e metallurgica; fra questi emergono, per caratteristiche del deposito e dimensioni, oltre al deposito di fanghi metallurgici denominato "fanghi rossi" a Monteponi, i cosiddetti "bacini sterili", bacini di accumulo dei fanghi di rifiuto degli impianti di flottazione o di trattamento idrogravimetrico in genere. Questi ultimi adunamenti di materiali, denominati "sterili" nella pratica mineralurgica, hanno in realtà contenuti in elementi inquinanti ben al di sopra dei limiti di legge.

I "bacini sterili", progettati per accogliere notevoli quantità di materiali, furono realizzati in superfici pianeggianti o con pendenza ridotta e normalmente in prossimità dell'alveo dei corsi d'acqua. Il Rio San Giorgio coi relativi affluenti ha "raccolto" nell'arco di oltre 150 anni gli apporti inquinanti provenienti dalle attività minerarie e mineralurgiche sorte lungo il suo corso e, date le caratteristiche morfologiche dell'alveo, grandi quantità di materiali sono sedimentate lungo il suo tracciato, soprattutto in corrispondenza delle anse e dei tratti a bassa pendenza.

Allo stato attuale è possibile fotografare una situazione che in molte sub-aree minerarie è caratterizzata da un'evoluzione in senso positivo, con la rivegetazione naturale di alcune superfici di "discarica" e il graduale miglioramento delle caratteristiche ambientali.

In altre sub-aree si assiste invece a fenomeni di degrado, a causa soprattutto dell'erosione da parte delle acque meteoriche su depositi di materiali con caratteristiche inquinanti tali da non consentire il ricrearsi di condizioni atte alla ricrescita spontanea della vegetazione. Alcuni di questi depositi sono immediatamente a contatto con porzioni dell'alveo del rio San Giorgio o con affluenti dello stesso rio, e costituiscono fonte primaria di inquinamento delle sue acque.

In alcune aree, ritenute responsabili del processo di diffusione della contaminazione verso il sistema fluviale, la Soc. Igea Spa ha provveduto, con interventi di messa in sicurezza e ripristino ambientale, ad annullare gli apporti di elementi contaminanti da parte delle acque di ruscellamento superficiale, al fine di scongiurare il fenomeno di rideposizione di fini residui della passata attività mineraria post intervento di bonifica.

La scheda sottostante riporta una descrizione sintetica della natura delle singole regioni valutate in fase di sopralluogo da Igea Spa, con i dati relativi al loro ingombro areale (anno 2012); la superficie d'intervento potrebbe essere inferiore qualora, a seguito della caratterizzazione dei materiali da asportare si individuassero delle "sacche" di materiali con concentrazione in elementi contaminanti inferiori ai limiti di riferimento.

Area	Descrizione	Superficie (m ²)
1	Area caratterizzata da materiale terrigeno	3.637
2	Area caratterizzata da materiale terrigeno	2.935
3	Palude acquitrinosa con immissione acque	21.444
4	Palude acquitrinosa	3.563
5	Palude acquitrinosa	8.015

6	Palude acquitrinosa	6.695
7	Alveo canalizzato in cemento	9.545
8	Alveo canalizzato interrato	5.928
9	Palude acquitrinosa	27.060
10	Palude acquitrinosa	46.374
11	Palude acquitrinosa	25.573
12	Palude acquitrinosa	3.947
13	Alveo canalizzato per lunghi tratti in	40.026
14	Materiale terrigeno con zone paludose	15.728
15	Materiale terrigeno con zone paludose	9.739
TOTALE		230.209



FIGURA 16 IL RIO SAN GIORGIO NEI PRESSI DEL CDP 3



FIGURA 17 TRATTO CANALIZZATO DEL RIO SAN GIORGIO NEI PRESSI DI BINDUA

2.3.3 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE GENERALE E DI SETTORE

2.3.3.1 PREMESSA

In merito agli aspetti pianificatori, programmatici e vincolistici relativi all’area di studio, non si rilevano sostanziali modifiche rispetto alle indicazioni espresse nell’ambito del Progetto Definitivo del 2012. In sintesi, si riporta schematicamente l’elenco delle tematiche di interesse e relativa nota in merito alle eventuali modifiche intervenute:

- Piano Paesaggistico Regionale: *nessuna modifica.*
- Piano Urbanistico Provinciale: *il PUP/PTC della Provincia del Sud Sardegna (già provincia di Carbonia-Iglesias) è stato adottato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 3 del 23 gennaio 2012 e, a seguito della fase di pubblicazione del Piano, approvato con Delibera CP n. 15 del 2 luglio 2012, quindi successivamente alla redazione della Relazione Paesaggistica del definitivo. La relativa disciplina non è ad ogni modo in contrasto con le previsioni progettuali di cui all’esecutivo.*
- Piani Urbanistici Comunali:
 - Comune di Iglesias: *nessuna modifica*

- Comune di Gonnese: *il PUC è stato adottato in via definitiva il 5 dicembre 2016, ma la disciplina relativa alle aree interessate dagli interventi non è stata oggetto di sostanziali modifiche.*
- Piano di bonifica delle aree minerarie dismesse del Sulcis - Iglesiente – Guspinese: *nessuna modifica.*
- PAI: *nessuna modifica.*
- D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 - Codice per i Beni Culturali e del Paesaggio: *nessuna modifica.*
- Regio Decreto Legge n. 3267 del 30/12/1923: *nessuna modifica.*
- Aree naturali protette e Rete Natura 2000: *nessuna modifica.*

Di seguito è riportato l'esame degli strumenti di pianificazione e di tutela di interesse ai fini della presente relazione.

È ad ogni modo di seguito riportata la trattazione relativa a ciascuna tematica.

2.3.3.2 PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (PPR)

Il Piano Paesaggistico Regionale – Primo ambito omogeneo - Area costiera - è stato approvato in via definitiva con deliberazione n. 36/7 del 5 settembre 2006 ai sensi dell'articolo 11 comma 5 della L.R. n. 45/1989 come modificato dall'articolo 2 della L.R. n. 8/2004.

Il PPR costituisce il quadro di riferimento e di coordinamento, per lo sviluppo sostenibile dell'intero territorio regionale, degli atti di programmazione e pianificazione regionale, provinciale e locale. La procedura e gli obiettivi del PPR sono stati definiti dalla legge regionale n. 8 del 25 novembre 2004.

L'impianto normativo del PPR è costruito in adeguamento alla legislazione sovraordinata, con particolare attenzione all'evoluzione legislativa che ha condotto dalla legge 431/1985 al Codice 42/2004, alla giurisprudenza costituzionale che si è susseguita in materia a partire dalle sentenze 55 e 56 del 1968, nonché alla Convenzione europea del paesaggio, al Protocollo MAP per le zone costiere.

Il Piano Paesaggistico Regionale, nel suo primo stralcio omogeneo, ha disciplinato 27 ambiti costieri determinati rigorosamente attraverso l'analisi e la sovrapposizione dell'insieme delle consistenti conoscenze scientifiche e territoriali.

L'area in esame rientra nell'**Ambito di Paesaggio Costiero n.7 - Bacino Metallifero**.

La relativa Scheda d'Ambito, oltre a fornire una descrizione dell'Ambito e degli elementi costitutivi (Ambiente, Rurale, Storia, Insediamento), sottolinea Valori, Criticità e Indirizzi del progetto d'Ambito.

La scheda definisce:

Elementi ambientali del sistema paesaggistico dell'ambito, fra gli altri:

- *la Valle di Iglesias e del bacino del Rio San Giorgio*
- *le aree minerarie del bacino del metallifero*

Elementi del sistema paesaggistico rurale, fra gli altri:

- *il paesaggio agricolo che si rileva, in particolare, nei territori dell'insediamento di Iglesias, ed è caratterizzato da attività agricole e zootecniche di tipo estensivo;*

Valori, fra gli altri:

- *Presenza di importanti siti minerari integrati in sistemi ambientali di elevata valenza paesistica.*
- *Valori legati alle risorse ambientali costituite essenzialmente da un complesso di paesaggi naturali riconoscibili nelle aree boschive, di garighe e macchia e della vegetazione dunale e costiera.*

Criticità, fra le altre:

- *Degrado ambientale dovuto all'impatto delle attività industriali e minerarie dismesse.*
- *Degrado della copertura pedologica e vegetale dei sistemi montani e dissesto idrogeologico del reticolo idrografico e dei versanti.*

- *Contaminazione di origine mineraria dei bacini del Rio San Giorgio, ed elevato rischio geoambientale derivante da fenomeni di instabilità dei terreni dovuti alle attività estrattive dismesse.*

Per quanto riguarda gli **Indirizzi** si evidenziano quelli attinenti in qualche modo l'opera in oggetto:

1. Conservare i principali presidi, quali Monteponi, San Giovanni, Nebida e Buggerru la cui archeologia mineraria è composta oltretutto dalle infrastrutture, anche da un territorio modellato da scavi e cumuli dei residui dei processi di lavorazione mineraria, importanti testimonianze di valore paesaggistico, ma soggette a fenomeni di inquinamento e instabilità, per le quali occorrono, da un lato consistenti interventi di bonifica e di recupero e dall'altro importanti azioni di salvaguardia ambientale.

[...]

5. Riquilibrare l'intero comparto minerario nel pieno rispetto della storia ancora presente, attraverso la conservazione dell'identità del rapporto intercorso tra le conformazioni ambientali e l'opera dell'uomo, senza snaturare il paesaggio minerario. [...]

9. Recuperare alcuni percorsi storici di derivazione mineraria, con funzione di collegamento e raccordo tra la fascia costiera e le zone interne. [...]

Con riferimento alla cartografia di Piano, di seguito, per ciascun Sito, è riportato relativo inquadramento.

Sito di Raccolta

Il territorio sede del Sito di Raccolta in esame ricade:

- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.143 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod., per una piccola porzione, nella classe dei:
 - **Laghi naturali, invasi artificiali, stagni lagune**
 - **Fiumi, torrenti e altri corsi d'acqua**
- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. e alle componenti del paesaggio con valenza ambientale (dalla Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000) in aree classificate come:
 - **Area naturale e subnaturale, sub-area vegetazione a macchia e in aree umide**
 - **Area seminaturale sub-area praterie**
 - **Area di recupero ambientale, sub-area mineraria dismessa**
- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - aree di recupero ambientale:
 - **Anagrafe siti inquinati D.Lgs. 22/97 e D.M.471/99 e s.m.i., sub-area mineraria dismessa**
 - **Aree degradate, sub area discarica**
- con riferimento all'Assetto Storico culturale - Beni Identitari ex artt. 5 e 9 N.T.A. - aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale:
 - **Parco Geominerario Storico Ambientale D.M. Ambiente 265/01**

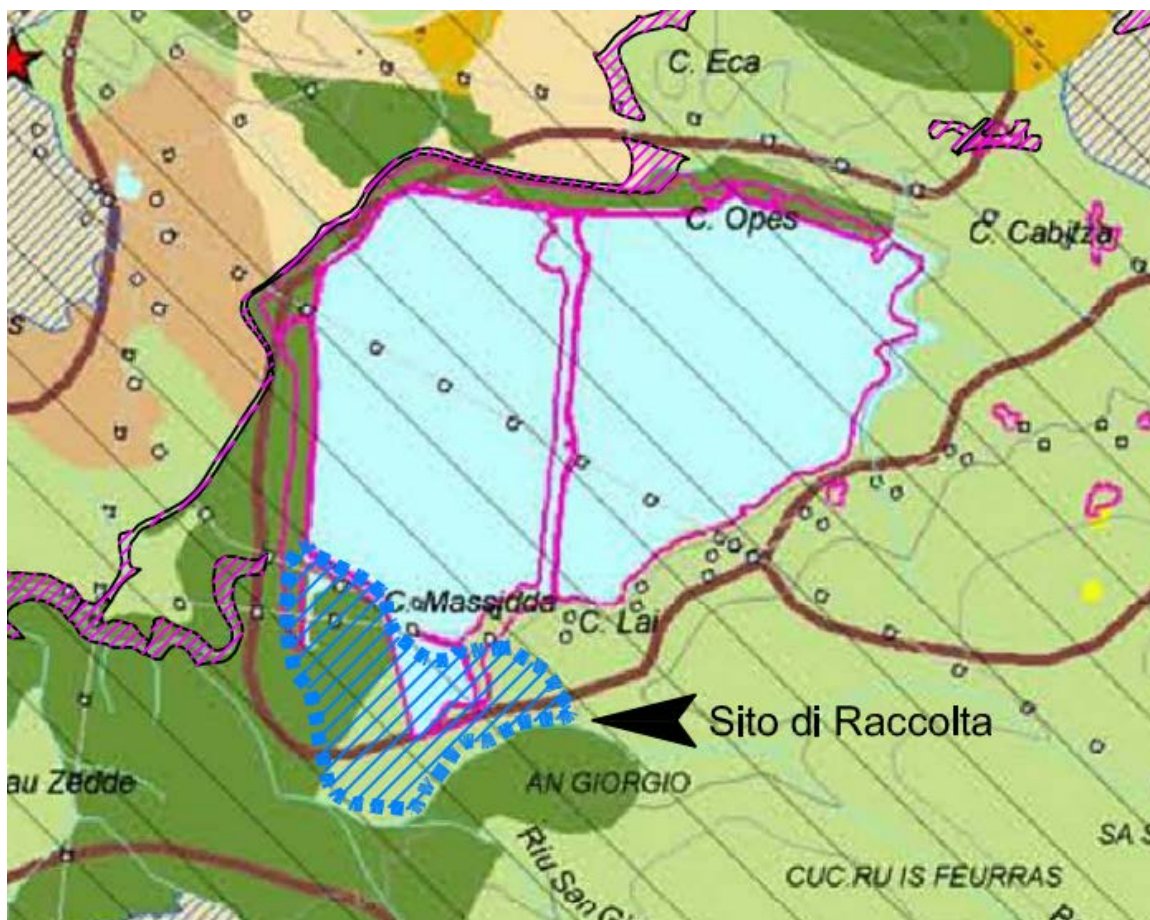


FIGURA 18 STRALCIO DEI FOGLI 555 SEZ. I E II DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE, AMBITO 7, BACINO METALLIFERO CON AL CENTRO L'AREA AFFERENTE AL SITO DI RACCOLTA (LINEA TRATTEGGIATA BLU)

Centri di Pericolo

Campo Pisano

Il territorio in esame ricade:

- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - aree di recupero ambientale:
 - **Anagrafe siti inquinati D.Lgs. 22/97 e D.M.471/99 e s.m.i., sub-area mineraria dismessa**
 - **Aree degradate, sub area discarica**
- con riferimento all'Assetto Storico culturale - Beni Identitari ex artt. 5 e 9 N.T.A. - aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale:
 - **Parco Geominerario Storico Ambientale D.M. Ambiente 265/01**
- con riferimento all'Assetto Insediativo – Insediamenti produttivi:
 - **Aree estrattive: cave e miniere - Aree estrattive di prima categoria (miniere)**
- con riferimento all'Assetto Insediativo – Edificato urbano:
 - **Espansioni recenti**

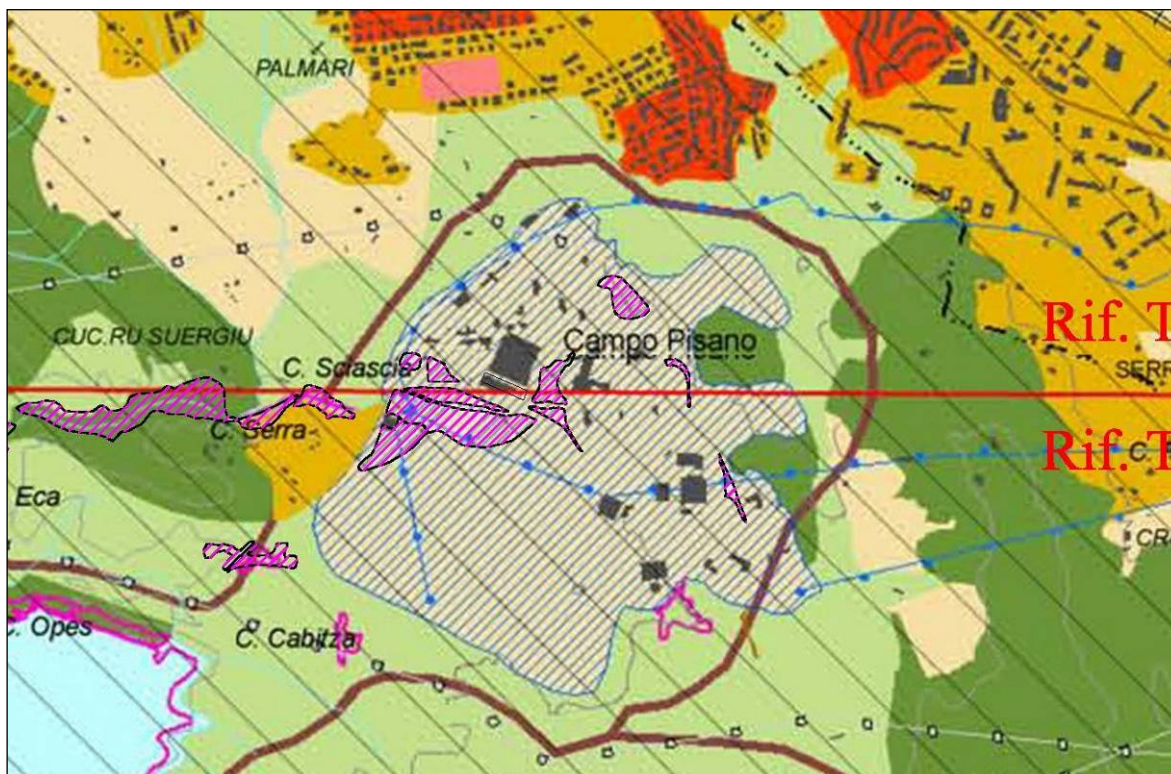


FIGURA 19 STRALCIO DEI FOGLI 555 Sez. I e II DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE, AMBITO 7, BACINO METALLIFERO CON AL CENTRO L'AREA MINERARIA DI CAMPO PISANO. RETINATI IN MAGENTA I CENTRI DI PERICOLO

Le aree minerarie dismesse e le aree estrattive interessano la maggior parte dei centri di pericolo, mentre la categoria espansioni recenti è relativa ai due centri di pericolo esterni all'area industriale di Campo Pisano, individuati in relazione con gli identificativi CdP21 e CdP23.

Monte Agruxau

Il territorio in esame ricade:

- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - aree di recupero ambientale:
 - **Anagrafe siti inquinati D.Lgs. 22/97 e D.M.471/99 e s.m.i., sub-area mineraria dismessa**
- con riferimento all'Assetto Storico culturale - Beni Identitari ex artt. 5 e 9 N.T.A. - aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale:
 - **Parco Geominerario Storico Ambientale D.M. Ambiente 265/01**
- con riferimento all'Assetto Insediativo – Insediamenti produttivi:
 - **Aree estrattive:cave e miniere - Aree estrattive di prima categoria (miniere)**

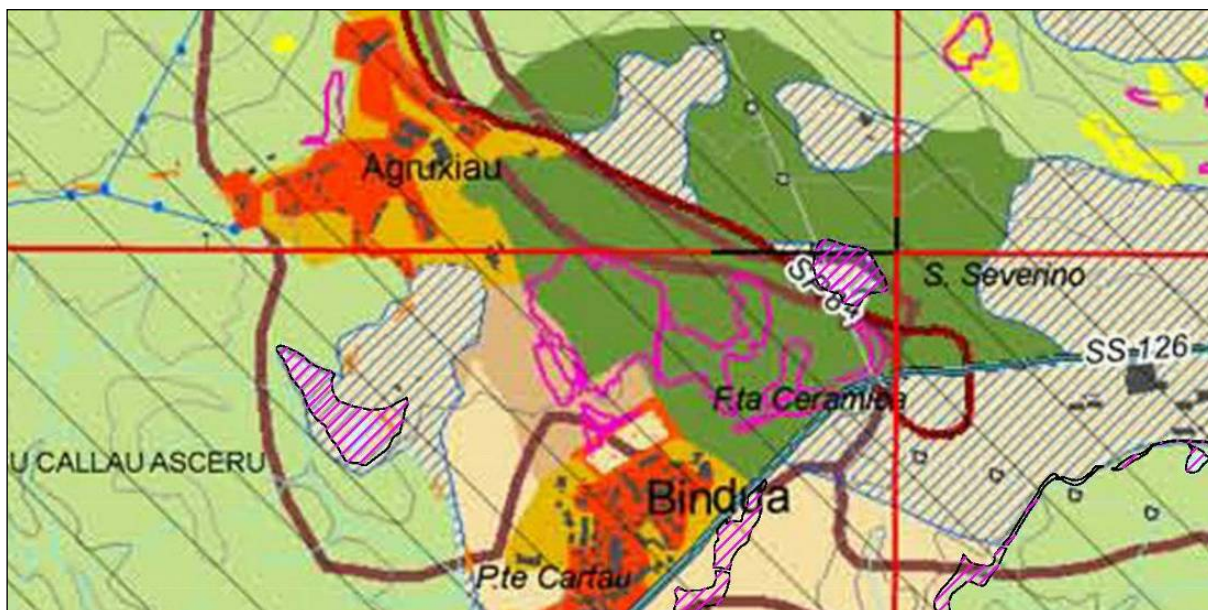


FIGURA 20 STRALCIO DEI FOGLI 555 SEZ. I, II, III E IV DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE, AMBITO 7, BACINO METALLIFERO CON AL CENTRO L'AREA MINERARIA DI MONTE AGRUXAU. RETINATI IN MAGENTA I CENTRI DI PERICOLO

Seddas Moddizzis

Il territorio in esame ricade:

- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - Componenti di paesaggio con valenza ambientale, da carta uso del suolo 1: 25.000 per una piccola porzione, nella classe
 - **aree naturali e subnaturali: Vegetazione a macchia e in aree umide**
 - **aree seminaturali: Praterie**
 - **aree ad utilizzazione agro-forestale: Impianti boschivi artificiali**
 - **aree ad utilizzazione agro-forestale: Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte**
- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - aree di recupero ambientale:
 - **Anagrafe siti inquinati D.Lgs. 22/97 e D.M.471/99 e s.m.i., sub-area mineraria dismessa**
 - **Aree degradate, discariche.**
- con riferimento all'Assetto Storico culturale - Beni Identitari ex artt. 5 e 9 N.T.A. - aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale:
 - **Parco Geominerario Storico Ambientale D.M. Ambiente 265/01**
- con riferimento all'Assetto Insediativo – Insediamenti produttivi:
 - **Aree estrattive: cave e miniere - Aree estrattive di prima categoria (miniere)**

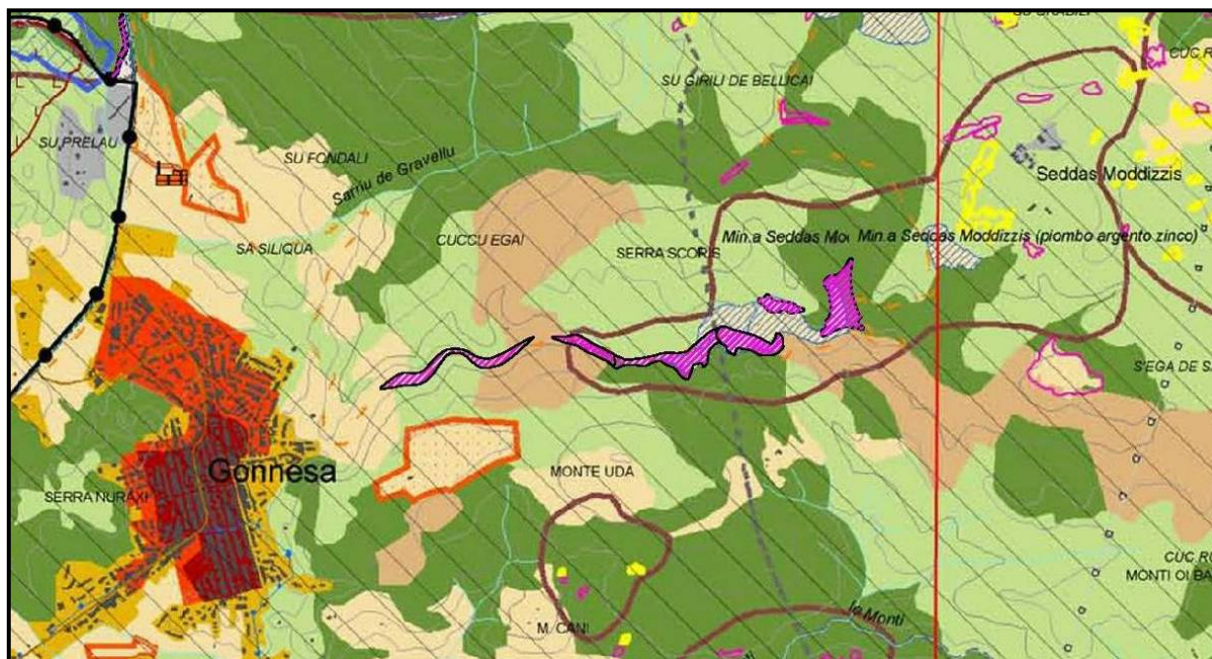


FIGURA 21 STRALCIO DEI FOGLI 555 SEZ. II E III DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE, AMBITO 7, BACINO METALLIFERO CON L'AREA MINERARIA DI SEDDAS MODDIZIS. RETINATI IN MAGENTA I CENTRI DI PERICOLO

La classe *vegetazione a macchia e in aree umide* sulla carta sembra riguardare una porzione del CdP32. In realtà tale sito non è interessato da processi di rivegetazione se non nelle porzioni marginali e l'errata attribuzione di *classe* è dovuta all'approssimazione della carta, basata sulla carta dell'uso del suolo alla scala 1: 25.000. Lo stesso vale per la *classe Impianti boschivi artificiali* che nella carta sembra riguardare una porzione dei CdP35 e CdP36. Sulle relative superfici non esiste alcun impianto boschivo. Lo stesso dicasi per la *classe Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte* che sembra interessare, sulla carta, la porzione terminale del CdP36. Per ciò che concerne il CdP35, dalla carta emerge che è stato perimetrato, all'interno del PPR, in qualità di area degradata, come **discarica**.

La maggior parte dei centri di pericolo oggetto d'intervento di rimozione rientrano invece nelle *classi Aree degradate e Aree estrattive*.

Rio San Giorgio

Il territorio in esame ricade:

- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.143 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod., nella classe:
 - **fiumi, torrenti e altri corsi d'acqua.**
- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - Componenti di paesaggio con valenza ambientale, da carta uso del suolo 1: 25.000, nella classe:
 - **aree naturali e subnaturali: Vegetazione a macchia e in aree umide**
 - **aree seminaturali: Praterie**
 - **aree ad utilizzazione agro-forestale: Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte**
- con riferimento all'Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod. - aree di recupero ambientale:
 - **Anagrafe siti inquinati D.Lgs. 22/97 e D.M.471/99 e s.m.i., sub-area mineraria dismessa**
- con riferimento all'Assetto Storico culturale - Beni Identitari ex artt. 5 e 9 N.T.A. - aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale:
 - **Parco Geominerario Storico Ambientale D.M. Ambiente 265/01**

- con riferimento all'Assetto Insediativo – Insediamenti produttivi:
 - **Aree estrattive: cave e miniere - Aree estrattive di prima categoria (miniere)**

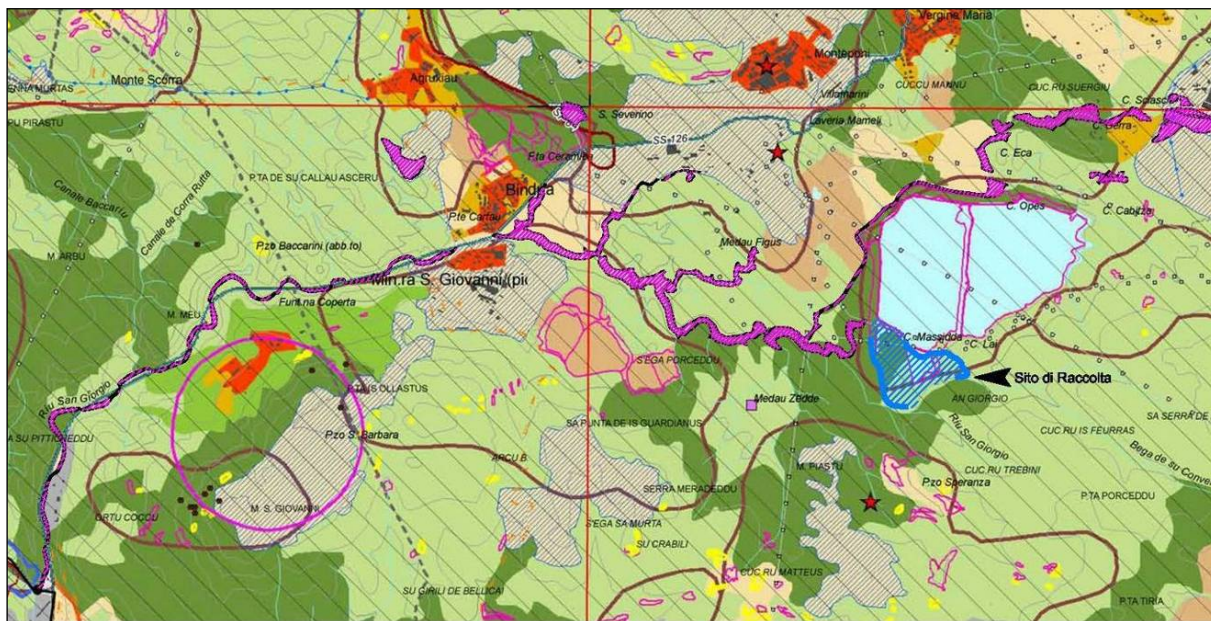


FIGURA 22 STRALCIO DEI FOGLI 555 SEZ. I, II, III E IV DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE, AMBITO 7, BACINO METALLIFERO CON AL CENTRO L'AREA IL RIO SAN GIORGIO

2.3.3.3 PIANO URBANISTICO PROVINCIALE / PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI SUD SARDEGNA

Piano Urbanistico Provinciale: il PUP/PTC della Provincia del Sud Sardegna (già provincia di Carbonia-Iglesias) è stato adottato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 3 del 23 gennaio 2012 e, a seguito della fase di pubblicazione del Piano, approvato con Delibera CP n. 15 del 2 luglio 2012.

Il PUP/PTC definisce gli obiettivi di assetto generale e tutela del territorio e assicura la coerenza degli interventi alle direttive e vincoli regionali e al Piano Paesaggistico Regionale; il Piano ha inoltre funzioni di indirizzo e coordinamento in riferimento ad ambiti territoriali omogenei ed a specifici ambiti di competenza.

In riferimento agli aspetti paesaggistici, il PUP/PTC in adeguamento ai contenuti paesaggistici del PPR:

- identifica Ambiti di paesaggio di rilievo sovralocale, come aree territoriali entro cui si riconoscono caratteri paesaggistici specifici che costituiscono sottoarticolazioni spaziali degli Ambiti di paesaggio identificati dal PPR;
- approfondisce e sviluppa i quadri analitico descrittivi degli Ambiti di paesaggio;
- sviluppa e approfondisce gli indirizzi progettuali di rilievo sovralocale descritti negli Ambiti di paesaggio del PPR, attraverso l'identificazione spaziale delle azioni di progetto e la definizione di criteri territoriali di coerenza con il contesto paesaggistico;
- definisce indirizzi progettuali e norme e orientamenti per il coordinamento e l'attuazione coordinata fra più comuni, promuovendo strategie progettuali e i criteri di governo del territorio.

L'area di interesse è compresa nell'Ambito di Paesaggio n. 7 bacino Metallifero, così definito:

Articolo 16 - Ambito di paesaggio n. 7 Bacino Metallifero

1. La struttura dell'Ambito di paesaggio è definita dal vasto sistema orografico che dal settore costiero occidentale di Buggerru, Nebida, Masua e della spiaggia di Fontanamare, si estende al fluminese, ai rilievi di Gonnessa ed alla sinclinale di Iglesias, fino a comprendere il sistema

orografico meridionale della dorsale del Linas-Marganai.

Questo vasto sistema territoriale è legato alle attività estrattive minerarie, ormai completamente cessate, che hanno interessato con continuità l'intero Ambito territoriale, dall'epoca protostorica sino ai giorni nostri, segnando in modo indelebile l'Ambito paesaggistico dell'anello metallifero e la struttura del sistema insediativo.

2. Il PUP/PTC identifica i seguenti Ambiti di paesaggio di rilievo sovralocale:

- 7.1 - Sistema costiero di Fluminimaggiore e Buggerru
- 7.2 - Massiccio del Fluminese -Iglesiente
- 7.3 - Sistema orografico di Oridda
- 7.4 - Ambito insediativo di Iglesias
- 7.5 - Dorsale di Gonnessa
- 7.6 - Direttrice mineraria di Iglesias
- 7.7 - Settore costiero di Gonnessa, Nebida e Masua
- 7.8 - Promontorio e entroterra di Cala Domestica

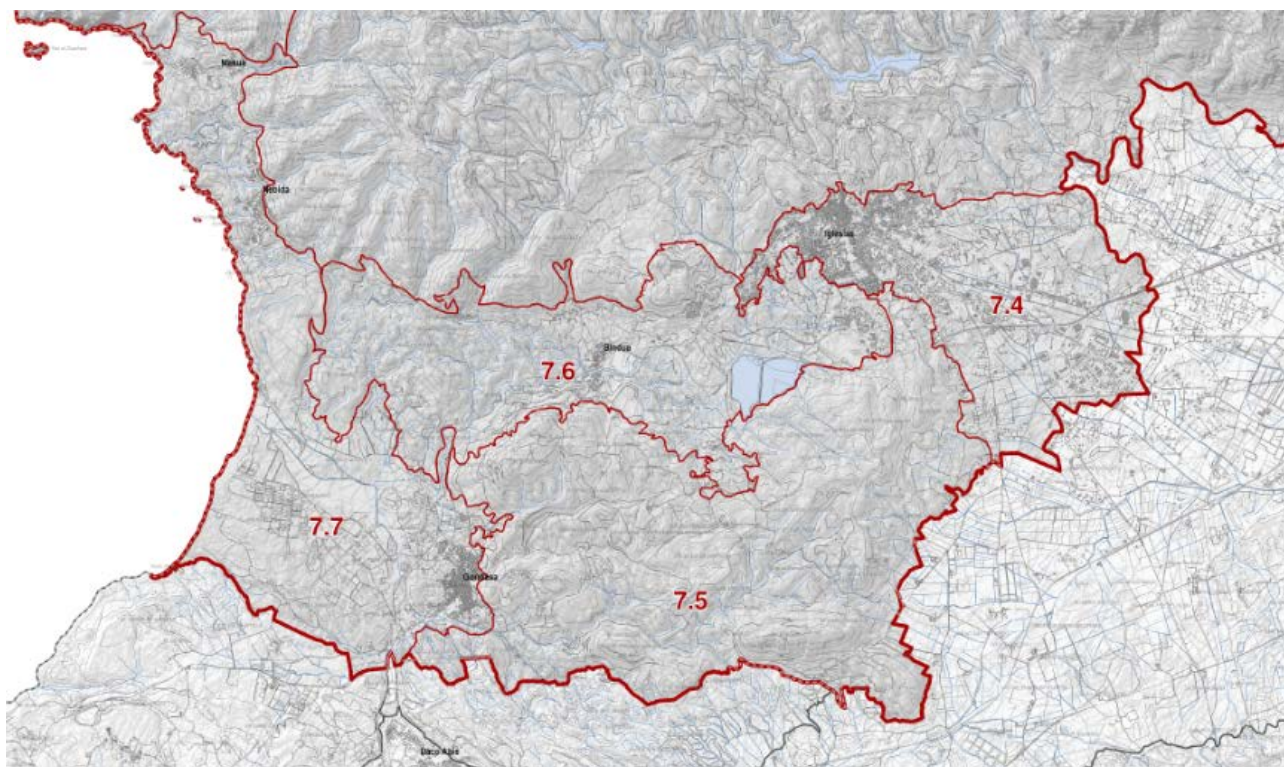


FIGURA 23 STRALCIO DELLA CARTA "T 2.2_s3 AMBITI DI PAESAGGIO DI RILIEVO SOVRALocale. AMBITO DI PAESAGGIO N. 7 BACINO METALLIFERO". L'AREA DI INTERESSA È COMPRESA NELLA SUBAREA 7.6 DIRETTRICE MINERARIA DI IGLESIAS

Il Piano individua le Componenti geoambientali che rappresentano la matrice geoambientale del territorio, in termini di forme e di processi che regolano e guidano il funzionamento del sistema ambientale. Costituiscono ambiti territoriali che rappresentano il riferimento spaziale e l'espressione di specifici processi evolutivi che si manifestano sui lineamenti morfologici e che stabiliscono legami di interdipendenza con ambiti territoriali attigui in relazione al funzionamento di un sistema territoriale più complesso.

Il PUP/PTC articola le Componenti geoambientali del territorio provinciale secondo una categorizzazione in termini fisiografico-morfoevolutivi, funzionale alla rappresentazione sintetica dei caratteri identificativi e connotativi delle Componenti nonché degli elementi di sensibilità nei confronti di potenziali interferenze sui processi evolutivi ed equilibri ambientali portanti delle stesse.

L'area di interesse appartiene alla Componente afferente al Sistema antropico *Ca_18 Aree minerarie*.

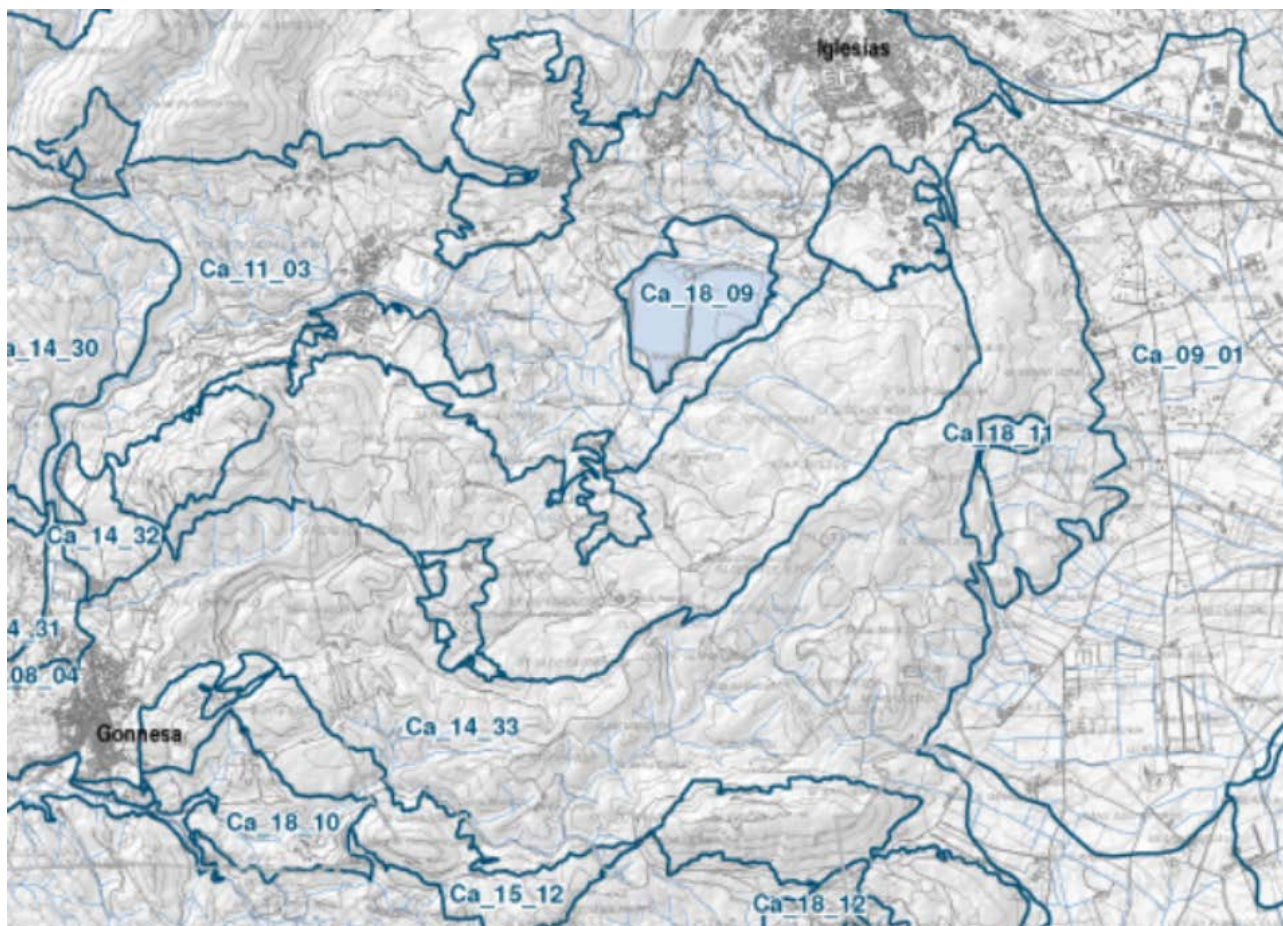


FIGURA 24 STRALCIO DELLA CARTA "T 3.1_S1 COMPONENTI GEOAMBIENTALI DEL TERRITORIO PROVINCIALE

Il Piano individua i sistemi di coordinamento del territorio provinciale, strumenti fondamentali dell'organizzazione urbana e territoriale della provincia. L'area di interesse è afferente al Sistema del recupero ambientale delle aree inquinate.

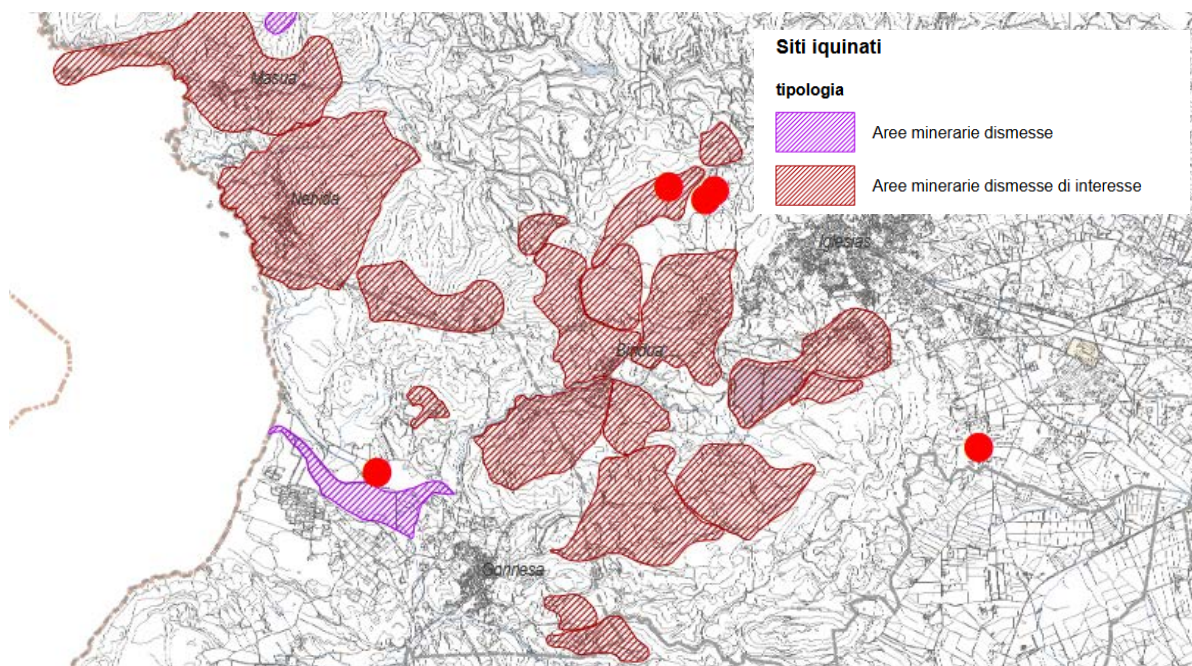


FIGURA 25 STRALCIO DELLA CARTA "T 2.3.2_12 SISTEMA DEL RECUPERO AMBIENTALE DELLE AREE INQUINATE"

2.3.3.4 PIANIFICAZIONE COMUNALE

Gli interventi ricadono nei territori dei Comuni di Iglesias e di Gonnese, in provincia del Sud Sardegna.

Il Comune di Iglesias è dotato di Piano Regolatore Generale, approvato con Decreto dell'Assessore Regionale degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica 14 aprile 1980, n. 490/U e ss.mm.ii. e adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 88 del 6.04.1979.

Il Comune di Gonnese è dotato di Piano Urbanistico Comunale adeguato al Piano Paesaggistico Regionale, adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 28 del 24.05.2016.

La quasi totalità delle aree interessate dal Sito di raccolta e dalla rimozione dei residui mineralurgici ricade in zone a destinazione d'uso agricola (Zona E in comune di Iglesias e zona E5/E3 in Comune di Gonnese), in quanto tutte le restanti zone omogenee sono coinvolte in misura del tutto minimale ed esclusivamente dalla citata attività di rimozione.

In riferimento al regime di trasformazione ed uso fissato dalle normative di Piano, per quanto attiene il Comune di Iglesias e in particolare in merito alle zone D1, normate dall'art. 20 delle Norme di Attuazione, *gli interventi devono far parte di un piano approvato dagli Organi competenti in materia, anche al fine di verificare il rispetto delle norme igienico - sanitarie e antinquinamento vigenti*. Per le aree espressamente indicate in cartografia come zona D1 è consentita la *realizzazione di impianti strettamente connessi con la ricerca mineraria*. Le zone E, normate dall'art. 23 delle Norme di Attuazione, sono definite come *le parti del territorio morfologicamente più mosse nelle quali non si ritiene, per il tipo di colture, necessaria un'edificazione del fondo* e perciò sono consentite soltanto *piccole costruzioni per abitazione o di interesse agricolo per depositi, ricoveri e simili*. L'unico riferimento alle tematiche connesse alla pregressa attività mineraria riguarda il patrimonio edilizio; l'articolo in questione stabilisce difatti che *nell'ambito della sottozona, ove esistano preesistenze minerarie (residenze e impianti), è consentita opera di manutenzione ordinaria e straordinaria, nel rispetto della volumetria globale esistente, al fine di rivitalizzare il territorio che attraverso la riconversione e il riuso di un patrimonio edilizio obsoleto*. La zona G, vedi art. 27 delle NTA, è *destinata ad accogliere attrezzature sociali e servizi pubblici (quali l'istruzione, la sanità, la pubblica amministrazione, il culto e la vigilanza), di interesse generale cittadino (convivenze, etc.) e di quartiere*; le aree così destinate sono soggette a studio di Piano Particolareggiato per definire la viabilità, la sosta, i lotti edificabili, il verde. Nella sottozona I₁ (H₁) è *vietato modificare lo stato dei luoghi soprattutto per quanto*

concerne la vegetazione esistente. Qualunque intervento deve essere approvato preventivamente dall'Amministrazione Comunale sentito il parere degli Organi compartimentali delle foreste.

In merito al PUC del comune di Gonnese, le aree d'intervento ricadono in zona E5 - Aree marginali per l'attività agricola e E3 – Aree agricole ad elevato frazionamento fondiario, nelle quali è consentito il pascolamento razionale, la forestazione produttiva e la ricostituzione boschiva.

Le zone E5 sono rappresentate dalle superfici agricole che non vengono coltivate, pascoli, aree ricoperte da formazioni boschive e a macchia mediterranea, terreni con presenza di rocciosità affiorante, ecc. In tali superfici potranno essere consentiti solo interventi tendenti alla rinaturalizzazione del soprassuolo, interventi di forestazione produttiva e naturalistica, da evitarsi le lavorazioni andanti del terreno, inoltre le superfici che all'atto dell'approvazione del presente piano risultano boscate potranno essere soggette solo ad interventi di ricostituzione boschiva. In tali aree potrà essere consentito, oltre che il mantenimento e miglioramento delle scarse aziende esistenti, l'inserimento programmato di attività agro-ambientali finalizzate allo sfruttamento della risorsa ambientale (art. 24 NTA).

Nella sottozona E3 sono state ricomprese le aree destinate alla coltivazione della vite, frutteti, orti e altre piccole superfici spesso inferiori all'ettaro (art. 21 NTA).

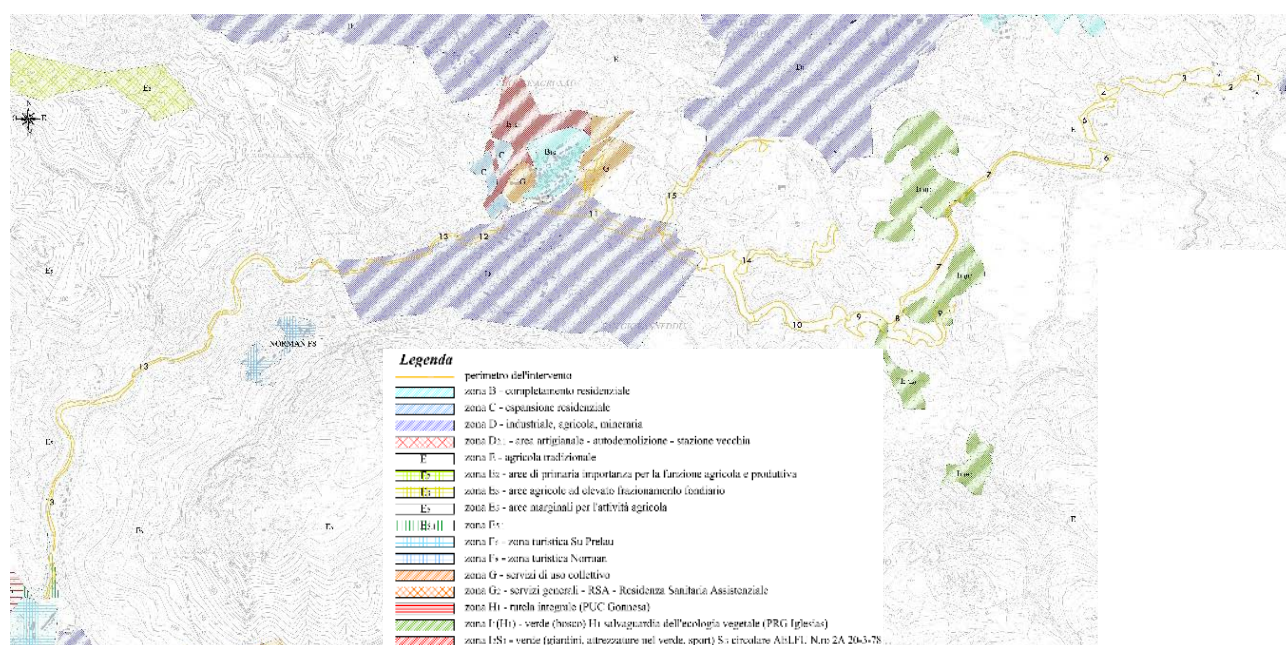


FIGURA 26 STRALCIO PRG DEL COMUNE DI IGLESIAS E DEL PUC DEL COMUNE DI GONNESE

2.3.3.5 PIANO DI BONIFICA DELLE AREE MINERARIE DISMESSE DEL SULCIS - IGLESIENTE – GUSPINESE

L'obiettivo principale del Piano di bonifica delle aree minerarie dismesse è il risanamento ambientale delle aree perimetrate attraverso l'ordinanza n.2 del 23/02/08 del Commissario delegato. Le informazioni e gli indirizzi presenti nel Piano hanno lo scopo di fornire una serie di indicazioni utili per l'attivazione, il coordinamento e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza classificati ad alta priorità.

Il Piano, in prima analisi, pone le sue basi sul precedente strumento di pianificazione “Piano di bonifica dei siti inquinati” emanato dalla Regione Sardegna nel 2003, ai sensi dell'art.17 del D.Lgs 22/97 e del regolamento di attuazione D.M. 471/99. L'organizzazione dei dati e l'individuazione dei siti da bonificare, con la determinazione della relativa priorità, è effettuata sulla base delle informazioni desunte dal Piano di

bonifica dei siti inquinati del 2003 arricchite mediante l’acquisizione di nuove conoscenze in relazione ai siti censiti ed alla caratterizzazione degli stessi nonché all’aggiornamento indotto dall’entrata in vigore delle norme in materia ambientale (D.Lgs 152/06).

Gli obiettivi principali del Piano si possono sintetizzare in:

- la definizione e realizzazione di tutte le iniziative necessarie al superamento dell’emergenza;
- la realizzazione di opere di bonifica o messa in sicurezza secondo le priorità di intervento individuate nel piano medesimo in ordine alla:
 1. realizzazione dei primi interventi urgenti;
 2. rimozione delle situazioni di pericolo per la salute umana e per l’ambiente;
 3. far fronte ai danni conseguenti all’inquinamento.

Sulla base delle caratteristiche peculiari della maggior parte degli inquinanti nelle aree minerarie dismesse, il piano di bonifica, accertati i problemi specifici del sito, prevede di attuare misure di sicurezza permanente e interventi di messa in sicurezza nonché il monitoraggio post operam. In quest’ottica, è richiesta un’attenta valutazione delle caratteristiche del sito e dei relativi interventi da eseguire secondo la metodologia dell’*Analisi di Rischio Sito Specifica*. Tale metodologia prevede la valutazione degli effetti dei valori residuali sulle matrici ambientali e la definizione dei valori di fondo, superando il concetto di “limite tabellare” ex D.M. 471/99 costruito su valori limite assoluti, che non considerano pertanto le condizioni peculiari dei siti.

Il Piano di Bonifica prevede la suddivisione dell’area d’interesse in macro aree la cui discriminazione si basa sull’attribuzione di analoghi problemi ambientali, al fine di individuare possibili soluzioni comuni. I criteri di individuazione delle macro aree, che agiscono indipendentemente o in associazione, sono:

- primario interesse di recupero produttivo o turistico dell’area;
- rilevanti dimensioni dell’attività mineraria (coltivazione e trattamento);
- rilevanti dimensioni del fenomeno di inquinamento derivato dall’attività mineraria;
- ubicazione nel medesimo bacino idrografico o in piccoli bacini idrografici costieri adiacenti;
- concorso di diverse aree minerarie all’inquinamento di singole matrici ambientali;
- collegamento diretto con il medesimo centro di trattamento mineralurgico.

L’individuazione di queste macro aree ha come obbiettivo l’indicazione delle priorità di intervento della gestione Commissariale.

Sulla base dei suddetti criteri sono state individuate le seguenti 6 macro aree di seguito elencate:

1. Macro area di MONTEVECCHIO PONENTE;
2. Macro area di MONTEVECCHIO LEVANTE;
3. Macro area di BARRAXIUTTA;
4. Macro area di MASUA;
5. Macro area di MALFIDANO;
6. Macro area di VALLE DEL RIO SAN GIORGIO – IGLESIAS.

Per ogni macro area è redatta una scheda di sintesi contenente i dati di inquadramento fisicogeografico, i vincoli ambientali, territoriali e urbanistici, la descrizione dell’attività mineraria, lo stato di compromissione e infine un elenco degli interventi programmati e realizzati.

L’area d’interesse, che si trova nella porzione Sud Occidentale della Sardegna, comprendente 34 comuni, è identificata nella n. 6 *Macro area di VALLE DEL RIO SAN GIORGIO – IGLESIAS* afferente al sito di bonifica di interesse nazionale (D.M. 468/01) Sulcis-Iglesiente-Guspinese, perimetrata con Decreto del Ministero dell’Ambiente e T. T. del 12 marzo 2003.

La macro area include 16 zone:

1. Domus Nieddas
2. Monte Onixeddu
3. Monte Uda
4. San Giovanneddu
5. Cabitza
6. Campera
7. Campo Pisano
8. Genna Rutta
9. Genna Maiori
10. Monte Agruxiau
11. Scorra
12. Monteponi
13. San Giorgio
14. San Giovanni
15. Seddas Moddizzis
16. Sa Masa
17. Alveo Rio San Giorgio



FIGURA 27 MACRO AREA DI VALLE DEL RIO SAN GIORGIO – IGLESIAS (FONTE: PIANO DI BONIFICA DELLE AREE MINERARIE DISMESSE DEL SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE)

Le aree oggetto del progetto sono di seguito riepilogate:

Località	Comune	Principali elementi utili nei minerali estratti
Campo Pisano	Iglesias	Zn, Pb
Monte Agruxau	Iglesias	Zn, Pb
Seddas Moddizzis	Iglesias - Gonnese	Zn, Pb
Alveo Rio San Giorgio	Iglesias - Gonnese	

Per tale area, il documento di indirizzo per il progetto di risanamento ambientale è l'Ordinanza Commissariale n. 11 dell'11 Novembre 2008, di cui di seguito è riportato schematicamente il cronoprogramma delle attività attuate e previste:

- convenzione tra la Regione Sardegna e IGEA spa per la redazione dei piani di caratterizzazione, l'esecuzione di opere di bonifica, di messa in sicurezza permanente e di emergenza (28/04/ 2006);
- approvazione con prescrizioni del documento tecnico predisposto dalla Regione autonoma della Sardegna relativo alla realizzazione dei siti di raccolta per la messa in sicurezza dei residui minerari (11/07/2006);
- dichiarazione dello stato di emergenza delle aree minerarie dismesse (DPCM del 21/12/2007);
- costituzione dell'Ufficio del Commissario delegato per l'emergenza concernente l'inquinamento delle aree (Ordinanza del Commissario Delegato n. 1 del 22/2/2008);
- approvazione dei cronoprogrammi delle attività e la perimetrazione delle aree prioritarie di intervento (Ordinanza del Commissario Delegato n. 2 del 22/04/2008);
- nomina del Presidente della Regione Autonoma della Sardegna come Commissario delegato per l'emergenza concernente l'inquinamento delle aree minerarie dismesse (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3640 in data 15/01/2008);
- proposta e invio al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del Piano di Bonifica dei siti interessati dalle aree minerarie dismesse e di quelle immediatamente limitrofe con la previsione degli interventi (Ordinanza del Commissario Delegato n. 3 del 21/03/ 2008);
- approvazione Piano di Bonifica (Ordinanza n. 3640/08).

2.3.3.6 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna è stato redatto ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e successive modificazioni, adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21/07/2003, approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006.

Il Piano individua e perimetra le aree a rischio idraulico e geomorfologico, secondo quanto disposto dal D.Lgs. 180/98 convertito in L. 267 del 30.08.1998 e D.P.C.M. del 29/09/1998. In particolare, delimita le aree a pericolosità idraulica (Hi4, Hi3, Hi2) e a pericolosità da frana (Hg4, Hg3, Hg2), rileva gli insediamenti, i beni, gli interessi e le attività vulnerabili nelle aree pericolose, allo scopo di valutarne le specifiche condizioni di rischio e individua e delimita le aree a rischio idraulico (molto elevato Ri4, elevato Ri3, medio Ri2) e a rischio frana (Rg4, Rg3, Rg2).

Le aree oggetto di intervento sono sottoposte alla relativa disciplina; nell'ambito della stesura del progetto esecutivo sono state pertanto redatte la *Relazione idrogeologica, idraulica e di compatibilità idraulica* e la *Relazione geologica e geotecnica*, ai sensi degli artt. 23 e 25 del PAI.

2.3.3.7 D.LGS. N. 42 DEL 22/01/2004 - CODICE PER I BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

Il presente paragrafo è finalizzato nel fornire un quadro delle relazioni tra il sito di intervento oggetto di studio e la normativa vigente in materia di Beni culturali e Paesaggio, facendo riferimento in particolare al Decreto Legislativo n. 42/2004 - Codice dei beni culturali e del paesaggio.

In riferimento all' art. 136, non sono presenti nell'area di indagine *Beni immobili ed aree di notevole interesse pubblico*.

Ai sensi dell'art. 142 - Aree tutelate per legge del Codice sono individuati:

- *fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna, di cui alla lettera c);*

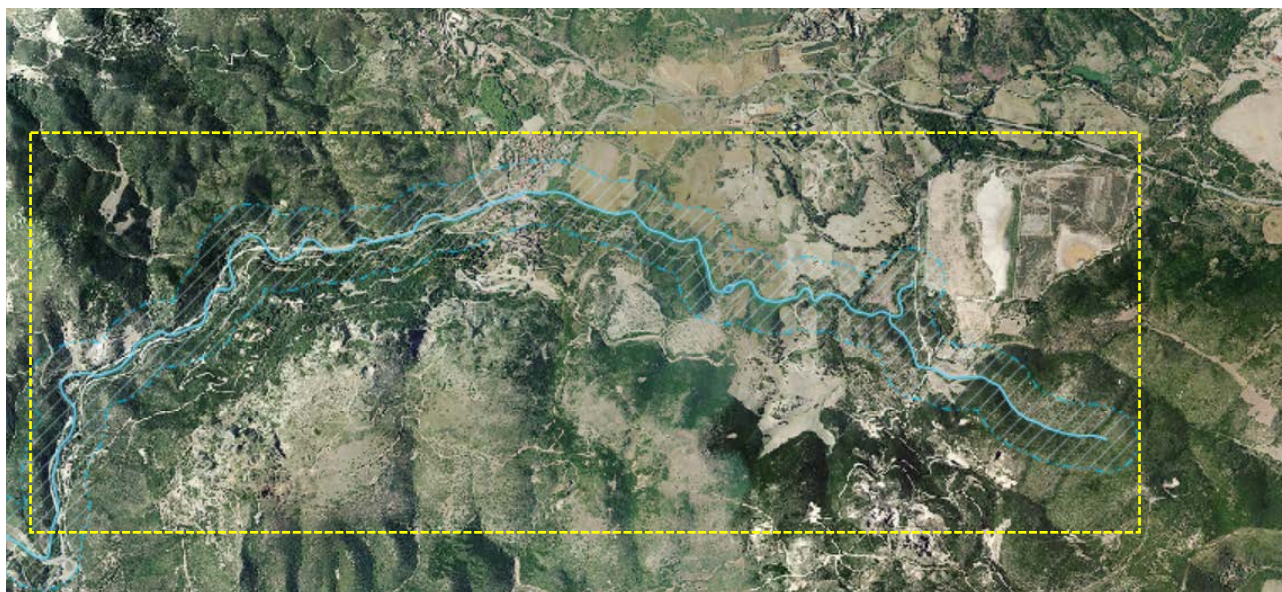


FIGURA 28 AREE TUTELATE AI SENSI DELL'ART. 142 DEL CODICE. IN GIALLO LA ZONA DI INTERVENTO

(FONTE: [HTTPS://WWW.SARDEGNAGEOPORTALE.IT/WEBGIS2/SARDEGNAMAPPE/?MAP=AREE_TUTELATE](https://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameppe/?MAP=AREE_TUTELATE))

Ai sensi dell'art. 143 - Aree tutelate per legge del Codice sono individuati:

- territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi, *di cui alla lettera b*);
- *fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna, di cui alla lettera c*);

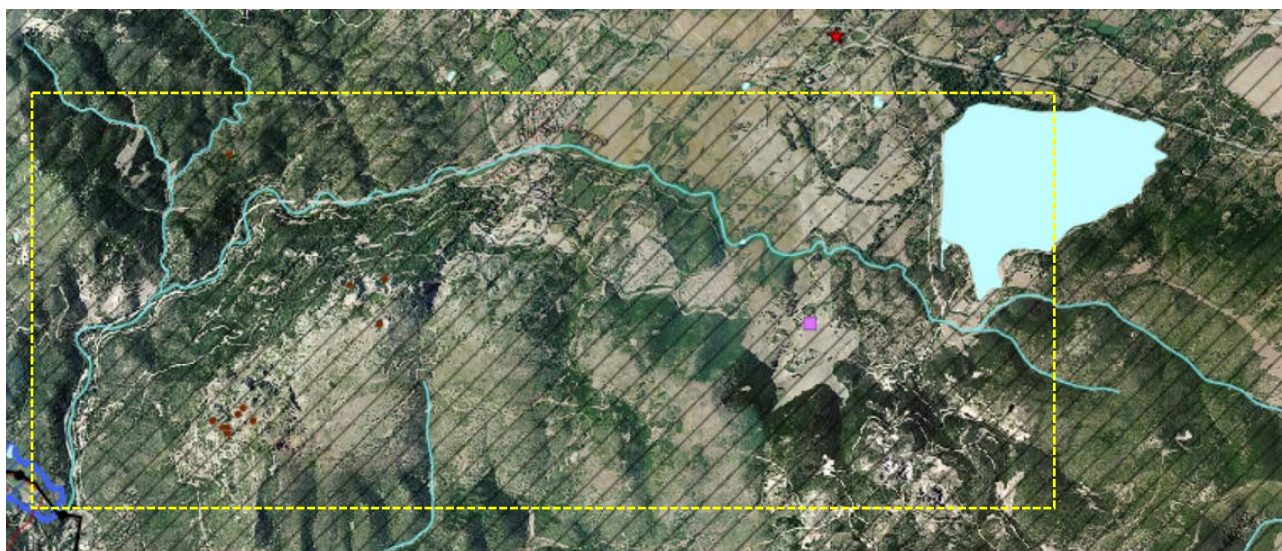


FIGURA 29 AREE TUTELATE AI SENSI DELL'ART.143 DEL CODICE. IN GIALLO LA ZONA DI INTERVENTO

(FONTE: [HTTPS://WWW.SARDEGNAGEOPORTALE.IT/WEBGIS2/SARDEGNAMAPPE/?MAP=AREE_TUTELATE](https://www.sardegnameoportale.it/webgis2/sardegnameppe/?MAP=AREE_TUTELATE))

Non sono presenti Beni culturali tutelati ai sensi dell'art.10 del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i., Parte II, ex L.1089/39, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico.

2.3.3.8 REGIO DECRETO LEGGE N. 3267 DEL 30/12/1923

Per quanto attiene il vincolo idrogeologico di cui al Regio Decreto Legge del 30/12/1923 n. 3267, sebbene tale vincolo sia esteso a gran parte della porzione territoriale rientrante nell'ambito di studio, solo una modestissima quota risulta essere interessata dall'opera in progetto, in corrispondenza del tratto iniziale del CdP 12 afferente al Rio San Giorgio. Tale tratto di alveo è ampiamente artificializzato essendo le sponde sostanzialmente costituite da muri in pietrame: gli interventi previsti in progetto si configurano pertanto come opere di manutenzione/pulizia dell'alveo, non interessando per di più la fascia riparia esistente.

2.3.3.9 AREE NATURALI PROTETTE E RETE NATURA 2000

Il Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna (PGMSA)

Il Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna (PGMSA), istituito con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 16 Ottobre 2001, comprende 8 zone che costituiscono circa il 90% delle aree minerarie dismesse della Sardegna.

L'obiettivo cardine del Parco è quello di riconvertire le aree minerarie, tipicamente industriali, attraverso la bonifica e la valorizzazione dei siti, in aree a sviluppo artigianale-turistico.

La gestione del Parco è affidata ad un consorzio costituito dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, dal Ministero delle attività produttive, dal Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca, dal Ministero per i beni e le attività culturali, dalla regione autonoma della Sardegna, dalle province e dai comuni interessati, dalle Università di Cagliari e di Sassari. Possono far parte del consorzio anche altre istituzioni pubbliche o private aventi scopo e finalità sociali o statutarie attinenti a quelle del Parco.

Le finalità che con l'istituzione del Parco geominerario storico e ambientale della Sardegna si intendono perseguire sono quelle di assicurare la conservazione e la valorizzazione del patrimonio tecnico-scientifico, storico-culturale e ambientale dei siti e dei beni ricompresi nel territorio ove le popolazioni locali hanno svolto nel tempo un'intensa attività estrattiva e di utilizzo delle risorse geologiche e minerarie, e garantire uno sviluppo economico e sociale dei territori interessati nell'ottica dello sviluppo sostenibile, secondo le seguenti attività:

- recuperare e conservare, per fini ambientali, scientifici, formativi, culturali e turistici, i cantieri e le strutture minerarie e i siti geologici con particolare riguardo a quelli ambientalmente più compromessi ed a quelli più rappresentativi sotto l'aspetto tecnico-scientifico e storico-culturale;
- recuperare e conservare in particolari strutture museali e archivistiche il patrimonio di archeologia industriale e quello documentale, librario e fotografico di interesse conoscitivo della storia e della cultura mineraria;
- proteggere e conservare gli habitat e il paesaggio culturale generato dall'attività mineraria, compatibilmente con il risanamento ambientale dei siti;
- proteggere e conservare le zone di interesse archeologico e i valori antropici delle attività umane connesse all'espletamento delle attività minerarie;
- promuovere e sostenere attività educative, ricreative, sportive e artisticoculturali compatibili con i valori da tutelare;
- promuovere, sostenere e sviluppare nel quadro dello sviluppo sostenibile attività di formazione e di ricerca scientifica e tecnologica nei settori delle georisorse, dei materiali innovativi, dell'ambiente e delle fonti energetiche alternative, anche attraverso la costituzione, con altri soggetti pubblici e privati, di centri di formazione e di ricerca di eccellenza di livello internazionale;
- collaborare con gli enti locali e con le istituzioni competenti al fine di concorrere, con attività di promozione e di sostegno, alla creazione nel territorio del Parco di un nuovo processo integrato di

sviluppo sostenibile nei settori del turismo ecologico e culturale, dell'artigianato tradizionale e innovativo locale, della trasformazione industriale delle materie prime locali, anche attraverso la realizzazione delle relative opere infrastrutturali;

- curare, d'intesa con gli enti locali preposti, il coordinamento degli interventi di bonifica, di riabilitazione e di recupero dei compendi immobiliari ex minerari di cui agli specifici piani previsti dalle norme vigenti.

Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario. La rete Natura 2000 è costituita da Zone Speciali di Conservazione (ZSC) istituite dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli".

Nella macro area della Valle del Rio San Giorgio – Iglesias sono presenti due Siti di Importanza Comunitaria (SIC) di cui vengono riportate le caratteristiche principali.

Area Protetta	SIC: <i>Costa di Nebida</i> ITB040029
Superficie (ha)	8438
Descrizione	In questo sito sono concentrati la maggior parte degli elementi più significativi delle morfologie costiere sarde. Falesie calcaree paleozoiche, spiagge sabbiose e ciottolose, affioramenti di scisti di età cambriana, complesso delle puddinghe rosse [...].
Qualità e importanza	Area importante per l'alimentazione e la riproduzione del Falco Eleonora e Falco pellegrino. L'alto valore di biodiversità risiede nelle specie vegetali e nelle formazioni vegetali uniche in tutta Europa [...].
Vulnerabilità	Pressione antropica (incendi e turismo) La presenza di cave di sabbia ancora attive unitamente alla minaccia di insediamenti turistici, paventati da sempre e attualmente di modeste dimensioni costituiscono i veri pericoli per il sito [...].

Area Protetta	SIC: <i>Monte Linas – Marganai</i> ITB041111
Superficie (ha)	23.626
Descrizione	Straordinaria varietà di fenomeni geologici e strutturali e dalla eccezionale presenza di tutta la serie cronologica delle formazioni terrestri, dal Cambriano inferiore alle formazioni caratterizzanti il Quaternario della Sardegna.
Qualità e importanza	Area di grande interesse botanico, oltre che per la presenza di habitat della Direttiva il sito ospita specie di notevole importanza quali: <i>Helychrysum montelinasanum</i> , specie unica al mondo che prende il nome da questa località, <i>Bryonia marmorata</i> , <i>Arenaria balearica</i> , <i>Arum pictum</i> , <i>Evax rotundata</i> , <i>Festuca morisiana</i> , <i>Genista salzmanii</i> , <i>Hypochoeris robertia</i> , <i>Scilla obtusifolia</i> , <i>Poa balbisi</i> , ecc. Presenza di importanti endemiti elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43 CEE: <i>Papilio hospiton</i> , ecc. Area di elevato interesse paleontologico, per la presenza di importanti taxa a livello internazionale, nazionale e

	regionale. Area di elevato interesse naturalistico, per la presenza di habitat unici, ormai scomparsi in tutto il bacino del Mediterraneo, come la foresta su formazioni carbonatiche del Marganai. Area di elevato interesse speleologico, per la presenza di cavità carsiche popolate da rara fauna troglobia e dalle caratteristiche strutturali uniche. Area di elevato interesse geologicostrutturale per la presenza di successioni litologiche precambriane e per le testimonianze di eventi tettonici di rilevanza regionale. Area di elevato interesse faunistico, sia per la presenza di specie della Direttiva che per il notevole numero di specie endemiche e di interesse venatorio. Area di elevato interesse storicociologico per la presenza di siti archeologici e strutture archeoindustriali.
Vulnerabilità	Alcune aree sono soggetto ad eccessivo pascolo. Altri fattori di vulnerabilità sono i ripetuti incendi, la gestione irrazionale del bosco, gli impianti di rimboschimento non idonei, l'eliminazione della copertura arbustiva ed arborea per finalità non sostenibili, la frequentazione incontrollata.

Come dimostrato nella Figura 30, solamente il primo Sito interferisce direttamente con l'area di intervento. Per tale motivo, il presente elaborato è accompagnato dallo Studio di Incidenza relativo alla procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.), Livello I, Screening, ex art. 5 DPR 357/1997 e smi, ai sensi della LR 1/2019.

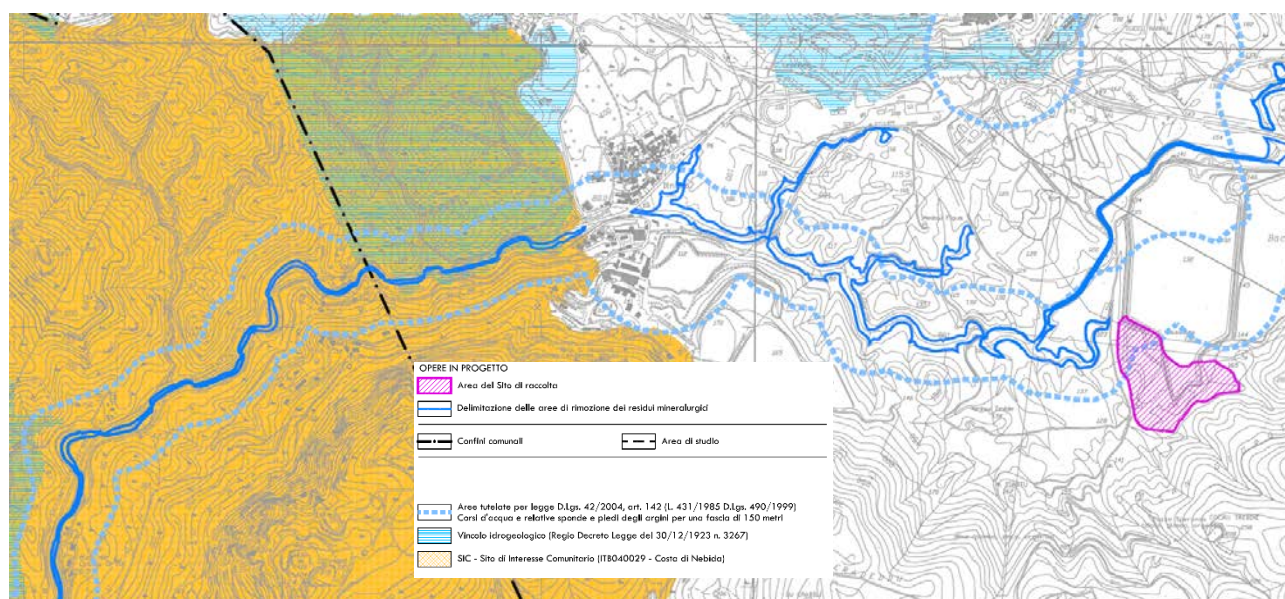


FIGURA 30 INTERFERENZA TRA IL SITO COSTA DI NEBIDA ITB040029 E L'AREA DI INTERVENTO

2.4 CARATTERISTICHE FISICHE DELL'INSIEME DEL PROGETTO

Nei paragrafi a seguire sono descritte le caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, riportando in maniera sintetica quelle relative ai Centri di Pericolo (centri di rimozione degli sterili minerari) e al Sito di Raccolta, mentre sono dettagliate quelle relative alla sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.

Preliminarmente, sono descritti alcuni aspetti generali e comuni al complesso di interventi e di siti considerati nel progetto.

2.4.1 ASPETTI GENERALI

Le opere di rinaturalizzazione previste nel progetto sono state sviluppate a partire dalla documentazione redatta nell'ambito della predisposizione del materiale del Progetto Definitivo, presentando ad ogni modo modifiche di natura spaziale, qualitativa e quantitativa effettuate in coerenza con le nuove esigenze progettuali e con l'approfondimento delle conoscenze relativamente all'assetto biotico e abiotico scaturito successivamente a ulteriori campagne di rilevamento floro-vegetazionale. In generale, gli interventi sono finalizzati al reinserimento delle aree nel contesto e nelle dinamiche naturali, favorendo i processi di sviluppo ed evoluzione delle fitocenosi e delle biocenosi, unitamente alla finalità di mascherare visivamente manufatti o artefatti e inserendoli ecologicamente e paesaggisticamente nel contesto territoriale che li circonda.

A questo obiettivo si associa sia la finalità di conservazione della funzionalità strutturale dell'opera, a cui la vegetazione può contribuire con l'azione di aumento della coesione totale per il concorso della ritenzione radicale, sia l'effetto di protezione dall'erosione, diffusa e incanalata, che essa esercita su tutte le superfici acclivi oggetto di interventi di alterazione degli strati superficiali.

La scelta delle entità floristiche da utilizzare, il numero di individui da impiantare e le proporzioni percentuali di sementi da utilizzare per la realizzazione dei moduli sono stati calibrati a livello puntuale in coerenza con le nuove superfici areali da rinaturare previste dal Progetto Esecutivo e sulla base delle peculiarità ecologiche, morfo-pedologiche e spaziali dei luoghi di intervento in seguito alla realizzazione delle opere previste dal progetto.

La scelta delle entità arbustive e/o arboree oggetto di impianto e delle entità erbacee o basso-arbustive oggetto di interventi di semina (a spaglio o idrosemina) è stata proporzionata percentualmente sulla base dei *range* quantitativi forniti in sede di progettazione definitiva; ad ogni modo i quantitativi di specie da utilizzare sono stati equilibrati coerentemente con le caratteristiche biotiche e abiotiche dei siti di intervento, considerando la potenzialità vegetazionale e la natura morfo-pedologica dei substrati di rilascio; localmente si è proceduto con l'integrazione di ulteriori specie floristiche (erbacee e arbustive) affini ai contesti di inserimento.

Nell'ambito dell'esecuzione dei lavori e precedentemente all'avvio degli stessi, è previsto l'espianto e successivo reimpianto degli esemplari/nuclei arborei autoctoni (lecci, sughere, olivastri, tamerici) presenti in taluni settori di intervento e interferenti con le operatività di cantiere. Agli individui/nuclei individuati in concomitanza delle aree di cantiere dei Centri di Pericolo si sommano gli esemplari presenti localmente nelle altre previsioni di progetto (es. viabilità). Per gli stessi è previsto il trapianto in aree con ambienti coerenti sotto il profilo biotico e abiotico, identificate preliminarmente in settori contermini ai siti di prelievo.

Il progetto prevede inoltre, in alcuni settori oggetto di rinaturazione (parte dei CdP 33 e 36 a Seddas Moddizis), l'impianto di specie floristiche a partire da germoplasma locale geneticamente compatibile per i siti di inserimento e raccolto in siti idonei individuati nel territorio dell'Iglesiente.

In generale, gli interventi di semina, ove previsti, saranno effettuati con sementi dotate di certificazione di origine, di cui una quota parte derivante da moltiplicazione a partire da germoplasma locale, in proporzione alla reperibilità dello stesso.

In merito alla viabilità, il progetto esecutivo del Sito di Raccolta (SDR) e la bonifica dei Centri di Pericolo (CDP) prevede la riqualificazione di un complesso reticolo stradale, necessariamente propedeutico alle attività previste in progetto.

Il reticolo delle strade che interessa il progetto è estremamente complesso e articolato in diverse tipologie sia per destinazione (definitiva o provvisoria) sia per sezione (dimensione trasversale e finitura). Trattandosi di strade e/o piste esistenti, si è avuta cura di seguire, per quanto possibile, il tracciato attuale.

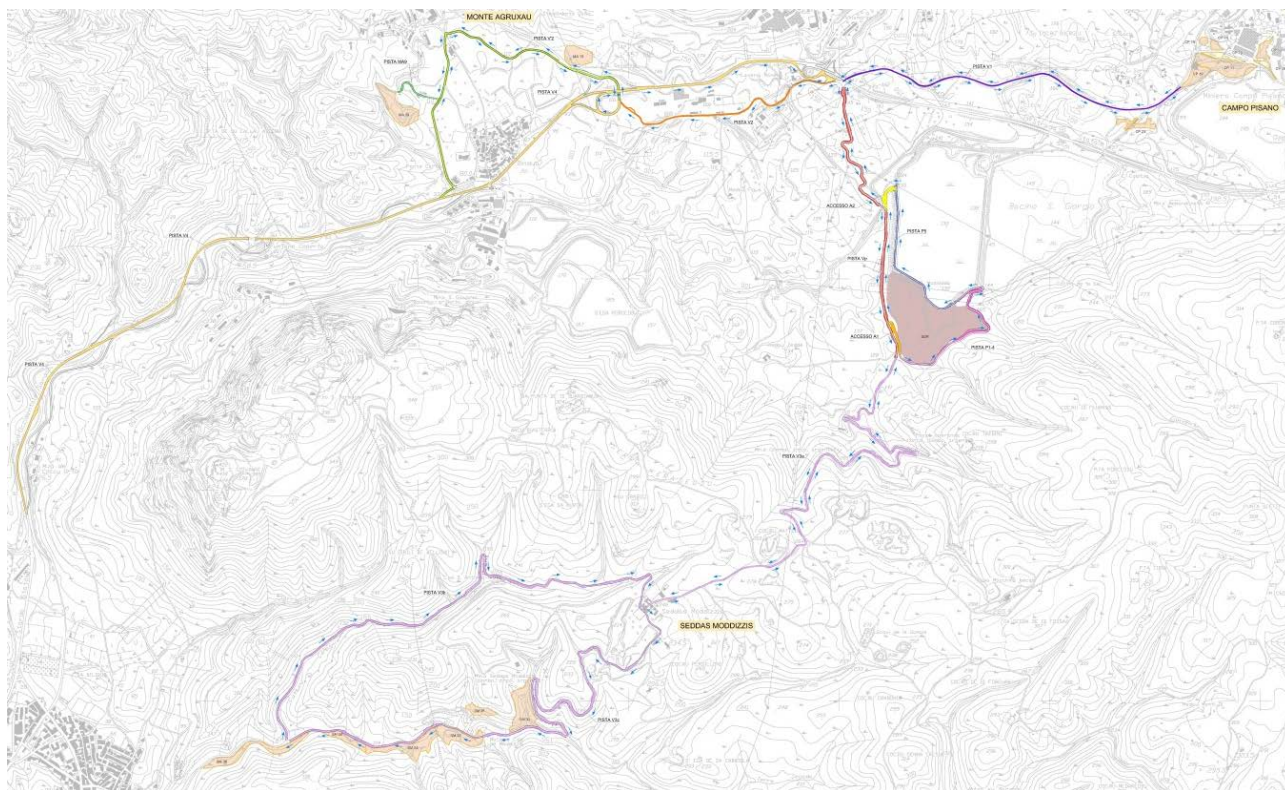


FIGURA 31 STRALCIO CARTA DELLA VIABILITÀ

Lo sviluppo complessivo del “reticolo” è di 17229 m e le strade/piste di cui è costituito sono state adeguate a consentire la transitabilità dei mezzi a tre assi con passo di 4500 mm (diametro minimo di svolta 18300 mm) e/o a “quattro assi” con passo di 4250 (diametro minimo di svolta 17100 mm).

Le strade/piste con i relativi sviluppi che sono state oggetto di riqualificazione e/o progettazione ex novo sono riportate nella seguente tabella.

TABELLA 1 SVILUPPO LINEARE PISTE DI CANTIERE

CODICE PISTA	LUNGHEZZA PISTA IN METRI
Vp	1.465
A1	169
A2	129
P1-4	946
P5	801
V1	1.729
V2	1.168
V'2	1.840
MA9	254
V3a	2.891
V3b	2.639
V3c	3.198

2.4.2 SITO DI RACCOLTA

Il Sito di Raccolta in progetto ricade all'interno di un'area dotata di caratteristiche geologiche, morfologiche, di compromissione ambientale pregressa e di prossimità con i centri minerari sede di intervento di bonifica che la rendono adatta agli scopi proposti. Le aree di rimozione degli sterili minerari da "conferire" al Sito di Raccolta sono localizzate all'interno delle aree minerarie di Campo Pisano, Monte Agruxau e Seddas Moddizis e lungo l'alveo fluviale del rio San Giorgio, derivanti dall'erosione e trasporto di porzioni di discariche minerarie e mineralurgiche delle stesse aree minerarie e altre limitrofe minori.

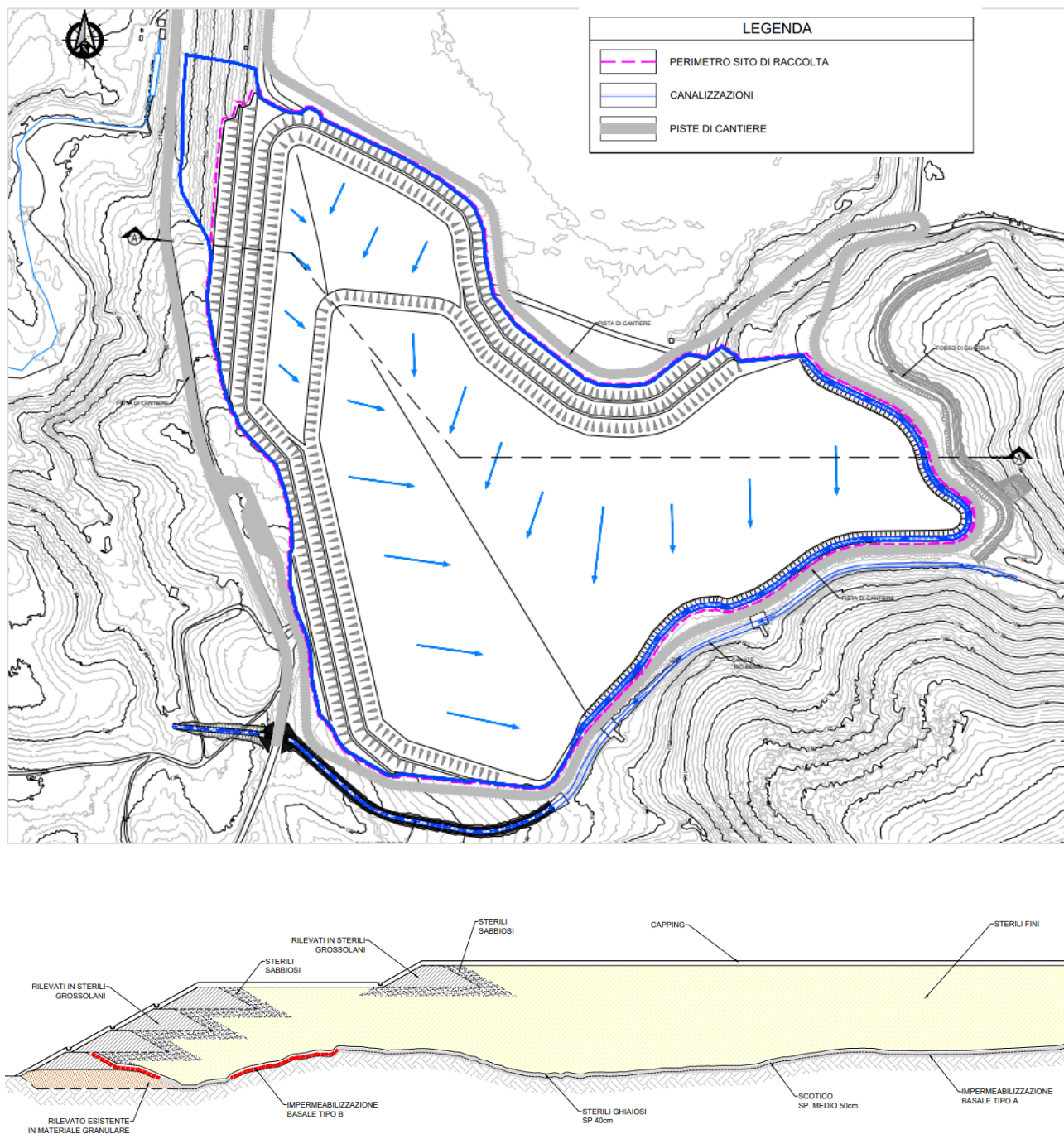


FIGURA 32 PLANIMETRIA E SEZIONE DEL SITO DI RACCOLTA – RAPPRESENTAZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

A seguito degli interventi di preparazione del fondo, necessari per l'asportazione dei livelli superficiali di suolo e quelli di roccia alterati e per conferire artificialmente la permeabilità richiesta dalla normativa, si realizzerà il sistema di contenimento in elevazione dei materiali depositati al fine del loro completo isolamento, per un volume totale di **178.940 m³**.

Lo schema costruttivo assunto è quello adottato nella realizzazione dell'ultimo bacino di raccolta degli sterili mineralurgici di San Giorgio, denominato *upstream*, ossia per rilevati successivi in ritirata, dove l'asse della sezione longitudinale del rilevato di contenimento si sposta progressivamente verso monte.

L'inclinazione degli argini è stata assunta pari a 30°; ciascun rilevato avrà altezza 5 m. La costruzione del Sito prevede che ad ogni sopraelevazione di 5 m dell'argine segua necessariamente il colmamento sull'intera superficie fino alla quota del ciglio superiore dell'ultimo rilevato di contenimento. Questa procedura comporterà minori tempi di attesa fra l'inizio dei lavori e l'avvio delle operazioni di bonifica delle discariche minerarie che potranno essere asportate e conferite a deposito nel Sito di Raccolta in progetto.

La delimitazione della superficie del sito è stata valutata tenendo conto della delimitazione originaria dell'ultimo bacino sterili dell'impianto mineralurgico di Campo Pisano in località San Giorgio - casa Olla, della morfologia e geologia dell'area, delle opere di perimetrazione/contenimento e di regimazione idrica esistenti, con l'obiettivo di ottimizzare il rapporto superficie-volume e contenere gli interventi di movimentazione degli sterili già abbancati.

Il limite a nord dell'area del bacino sterili esistente da rimuovere è stato definito nell'ipotesi di ottenere una profondità massima di scavo inferiore a circa 9 metri; il limite sud è stato invece impostato sulla dorsale (che degrada sul compluvio del corso d'acqua che riceve lo scarico del canale di guardia) già individuata in fase di progettazione originaria come limite meridionale del bacino sterili di San Giorgio.

L'area di espansione ad ovest è limitata dalla strada sterrata di collegamento fra la SS 126 e le aree minerarie di San Giorgio-Seddas Moddizis; il limite del sito è stato definito mediante la prosecuzione verso sud dell'argine artificiale, già esistente nella porzione più depressa nel settore di nord-ovest, in modo tale che la sua distanza sia ovunque almeno 10 metri dal bordo della strada. Il limite est e sud-est è costituito dal canale di guardia il cui alveo ha un livello variabile fra i 152 m s.l.m. a monte e i 148 m s.l.m. finali. Il limite est infine è definito attraverso la porzione in progetto del canale di guardia.

Sono previste opere di regimazione idrica da realizzare preliminarmente alla costruzione del Sito con la funzione di intercettare le acque provenienti da monte e di incanalarle a valle senza che queste interferiscano con l'area delle attività.

Le fasi esecutive di realizzazione sono di seguito sintetizzate:

1. Predisposizione del sito

La predisposizione del sito avverrà secondo le seguenti fasi:

- a) Scotico del terreno vegetale superficiale (previo decespugliamento, per una superficie totale di 60.000 m² - e tutela degli elementi arborei autoctoni di pregio. Gli arbusti di macchia mediterranea di maggiori dimensioni potranno essere prelevati con la zolla, protetta e contenuta da appositi teli in materiale plastico, e depositati nelle stesse aree di stoccaggio dove potranno essere periodicamente irrigate ai fini del loro reimpiego per il rinverdimento della copertura finale);
- b) Demolizione dei ruderi di Casa Massidda: sul bordo del bacino degli sterili mineralurgici di San Giorgio, sulla cima di una originaria collinetta ormai quasi interamente inglobata nel corpo del bacino, a quota 147 s.l.m., sono presenti i ruderi di un piccolo fabbricato rurale denominato Casa Massidda. Si tratta di un piccolo fabbricato isolato adoperato come abitazione saltuaria e come rifugio per gli armenti, di proprietà dei pastori che utilizzavano le vicine aree impiegate a

pascolo lungo la valle del rio San Giorgio, privo di elementi architettonici di pregio. Il pessimo stato di conservazione delle strutture murarie rende improponibile il suo recupero.

- c) Scavo del terreno fino al raggiungimento del substrato roccioso;
- d) Scavo del substrato roccioso: regolarizzazione puntuale del fondo, intaglio delle piste di lavoro e dei canali di guardia, corrugamento della base degli argini, incisione substrato lato nord.
- e) preparazione del fondo, comprendente l'impermeabilizzazione e il drenaggio basale

2. Realizzazione del sistema integrativo di impermeabilizzazione basale

Gli sterili mineralurgici che costituiranno il deposito del Sito andranno poggiati su una barriera geologica costituita da due formazioni litologiche che hanno differenti caratteristiche di permeabilità, la formazione degli scisti di Cabitza e la formazione dei conglomerati del Carbonifero.

Poiché le caratteristiche di permeabilità delle rocce costituenti il basamento del Sito non soddisfano ovunque le condizioni imposte dalle Linee Guida, sono state previste due tipologie di barriere di fondo in relazione alla morfologia che garantiscono il raggiungimento di una permeabilità equivalente a quella di una barriera con coefficiente di permeabilità pari a 10^{-9} m/s per uno spessore di almeno 1 metro, come previsto nelle Linee Guida.

3. Realizzazione del sistema di raccolta dei colaticci di permeazione

Sull'impermeabilizzazione basale verrà messo in opera un sistema di intercettazione degli eventuali colaticci di permeazione presenti all'interno dei materiali abbancati e che potranno generarsi esclusivamente durante la fase di costruzione del Sito, prima della messa in opera del sistema di impermeabilizzazione di copertura, così costituito:

- filtro in sterili ghiaiosi disposto su tutta la superficie basale;
- tubazione drenante costituita da tubo corrugato in polietilene microfessurato.

In prossimità del settore nord-ovest del Sito, nella zona morfologicamente più depressa, è prevista la realizzazione di un manufatto con funzione di ispezione del centro di pompaggio dei colaticci basali, che collegherà la quota di fondo posta a 117.00 m s.l.m. alla superficie del Sito, posta alla quota di 144.50 m s.l.m..

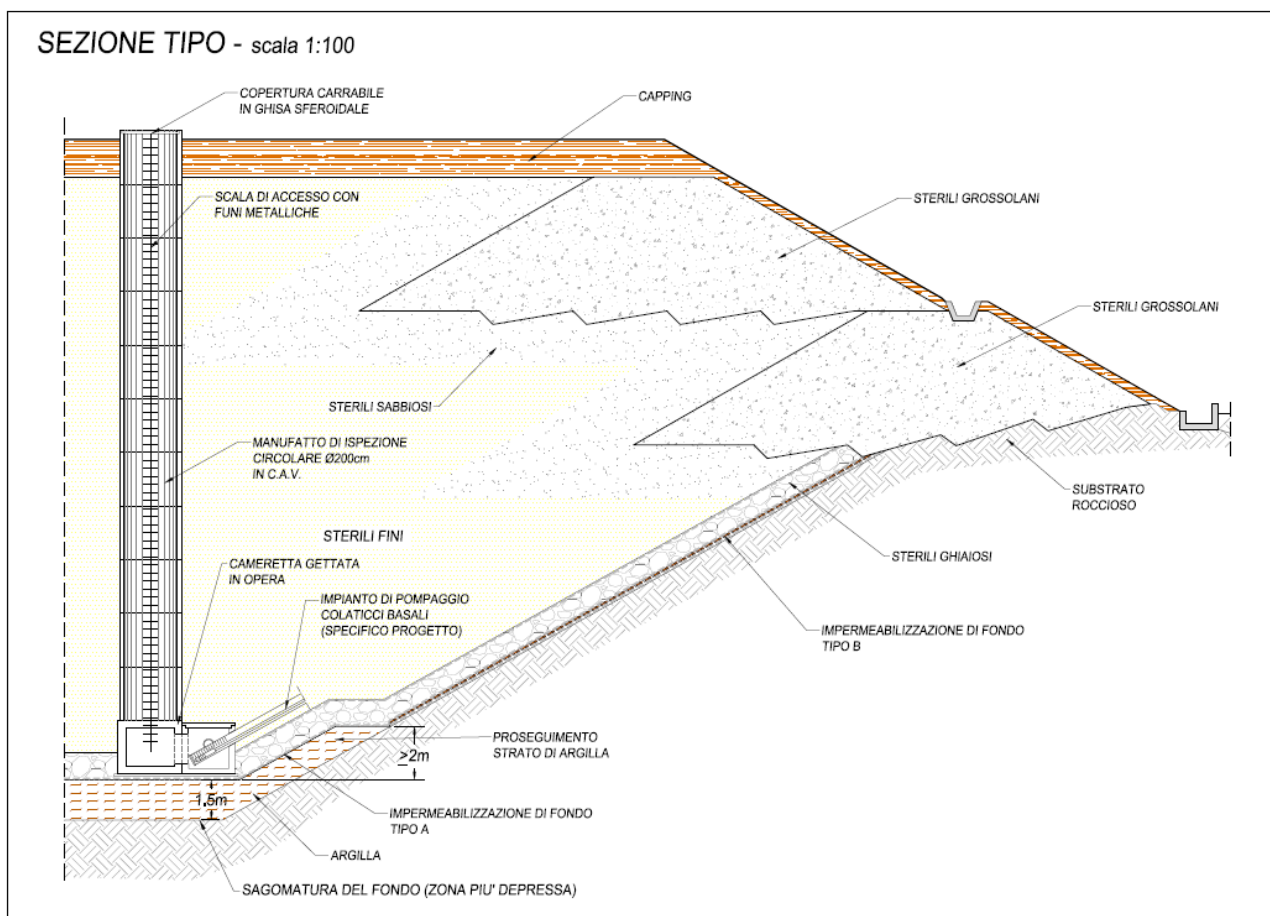


FIGURA 33 RAPPRESENTAZIONE DEL MANUFATTO DI ISPEZIONE

4. Realizzazione opera di sostegno sterili mineralurgici depositati all'interno del Sito

Al fine di procedere con la rimozione dei materiali contenuti nella porzione meridionale del bacino degli sterili esistente di S. Giorgio, si rende necessaria la realizzazione di una paratia provvisoria di pali di grande diametro, contrastata da ancoraggi attivi a trefoli in acciaio, per un'estensione complessiva pari a circa 147 m.

Nel tratto terminale Ovest dello scavo (e in minima parte sul tratto est), laddove lo scavo interessa la porzione di sterili non interessata da falda, si è previsto l'impiego di gabbioni metallici in sostituzione della paratia di pali.

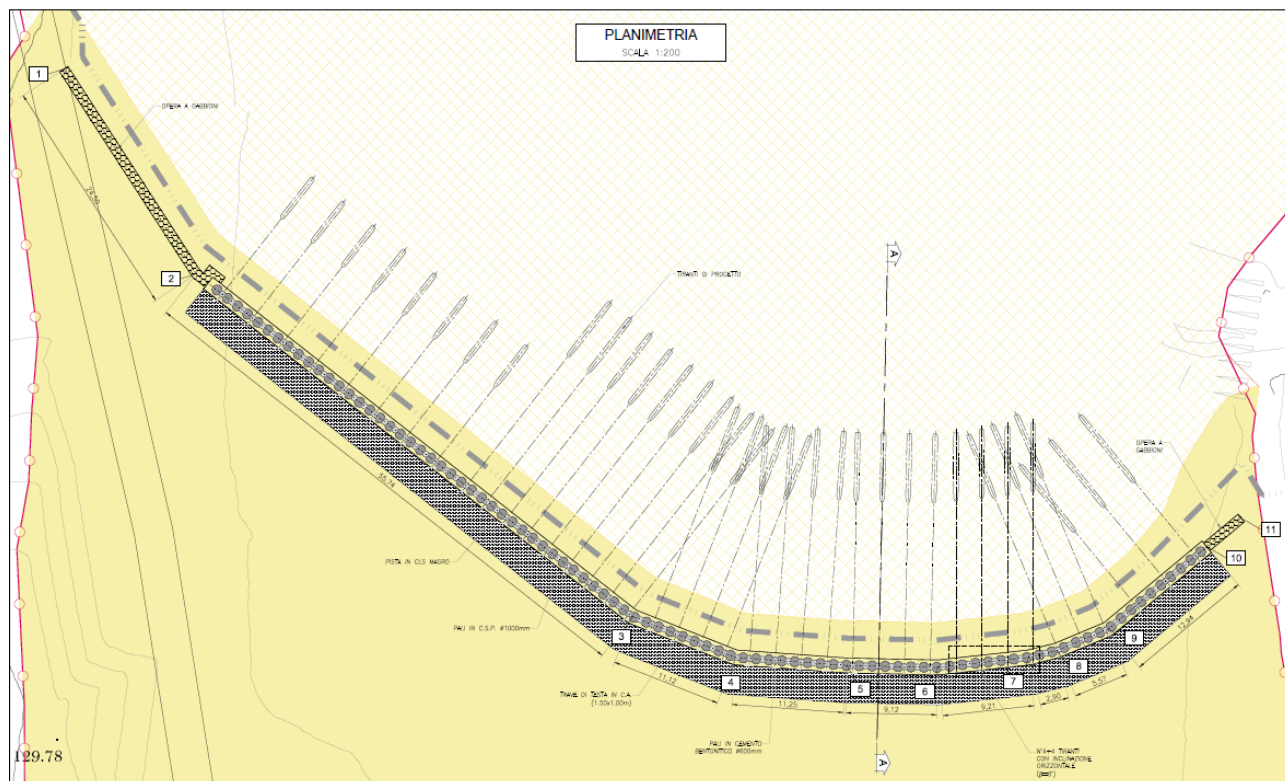


FIGURA 34 PLANIMETRIA DELL'OPERA PROVVISORIA DI SOSTEGNO

5. Rimozione degli sterili mineralurgici depositati all'interno del perimetro del Sito

Gli sterili mineralurgici presenti all'interno dell'area di sedime del Sito di Raccolta sono pari a circa 65.000 mc. Tale volume comprende anche gli argini di contenimento esistenti in materiale grossolano/lapideo.



FIGURA 35 LA PROPAGGINE SUD DEL BACINO STERILI DI SAN GIORGIO CHE DOVRÀ ESSERE RIMOSSA

Il materiale ritenuto idoneo ad essere abbancato, verrà successivamente trasportato all'interno del Sito e depositato più a valle (sul settore più depresso) dove sarà già avvenuta la preparazione e impermeabilizzazione del fondo.

Il materiale ritenuto non idoneo ad essere abbancato all'interno del Sito verrà successivamente trasportato presso l'area di cantiere (sito di deposito inerti) per essere sottoposto al processo di disidratazione.

Considerando le informazioni disponibili, si stima che la frazione solida corrisponda ad un volume pari a circa 40.000 mc, di cui 7000 mc in materiale lapideo costituente gli argini e 3000 mc in misto granulare sul settore superficiale dell'attuale spianata; la restante frazione è occupata da materiale liquido per un volume di circa 25.000 mc.

6. Riempimento del Sito di Raccolta

Le attività di bonifica dei centri di pericolo destinati ad essere rimossi procederanno in tutti i casi in termini d'urgenza e dovranno possibilmente essere realizzate parallelamente e in contemporanea su tutti i cantieri per ottimizzare le attività di scavo e trasporto che potrebbero altrimenti dar luogo a concentrazioni eccessive di macchine in fase di carico e di traffico lungo la stessa arteria stradale.

La contemporaneità delle attività di rimozione dei materiali dai diversi cantieri garantirà l'ottimale miscelazione dei materiali ed eviterà la concentrazione in determinate aree del Sito.

I materiali, sbancati, caricati e trasportati al Sito, saranno posti a dimora tal quali, alla rinfusa, su strati di ridotto spessore, non superiore ai 50 cm e opportunamente compattati con rulli a piedi costipanti e a segmenti, d'impiego specifico per le terre coerenti.

Il progetto del Sito è stato morfologicamente sviluppato in congruenza al Progetto Definitivo approvato, rispetto al quale evidenzia un incremento di capacità pari a circa 140.000 mc che costituirà una riserva utile sulla capacità del deposito anche in relazione incertezze sui quantitativi di materiale estraibili dal Centro di Pericolo Rio S. Giorgio.

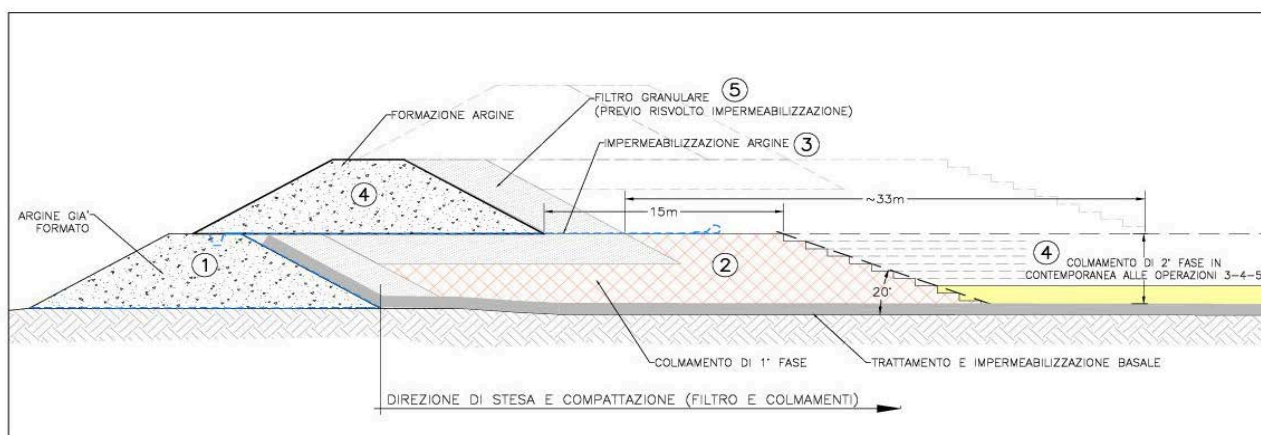


FIGURA 36 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEI COLMAMENTI

7. Copertura del Sito di Raccolta

La copertura superficiale del Sito sarà realizzata con modalità e materiali idonei al fine del perseguimento delle seguenti finalità:

- isolare i materiali accumulati dalle matrici ambientali limitrofe all'area di stoccaggio
- rinaturare le superfici del deposito con opere di rinverdimento

Gli argini in sopraelevazione faranno parte integrante del sistema di copertura.

Per evitare possibili infiltrazioni di acque meteoriche dall'esterno, attraverso gli argini di contenimento, sarà realizzato un sistema di copertura sulla parete esterna degli argini per tutta la loro estensione.

Sulla porzione orizzontale di ciascun argine di scarpata e lungo tutto lo sviluppo della stessa, sarà realizzata una canaletta in calcestruzzo che raccoglierà le acque di corrivazione superficiale e le convoglierà verso i canali perimetrali.

Le operazioni di stesa del terreno vegetale sugli argini dovranno svolgersi parallelamente alle operazioni di realizzazione dei rilevati stessi. Vale a dire che ogni sopraelevazione degli argini sarà realizzata a seguito del rinverdimento della scarpata inferiore.

Dopo la posa dello strato vegetale verrà effettuato rapidamente il rinverdimento tecnico a prato sulle scarpate degli argini al fine di limitare l'effetto erosivo da parte degli agenti meteorici.

Le caratteristiche costruttive, il dimensionamento e i materiali da impiegare per la realizzazione del sistema di impermeabilizzazione superficiale sono stati individuati nel rispetto di quanto previsto dalla normativa specifica in campo ambientale e in particolare dalle citate *Linee guida per la caratterizzazione e la bonifica delle aree minerarie dismesse (RAS 2009)*.

8. Regimazione idraulica

I principali interventi di progetto previsti sul sito hanno la funzione di convogliare a valle le acque meteoriche raccolte sulla copertura del Sito, man mano che questo viene completato, aventi la funzione di evitare le erosioni degli argini.

Il reticolo di drenaggio di progetto è stato studiato in modo da garantire la migliore funzionalità nella raccolta e trasporto delle acque meteoriche; i percorsi sono stati studiati anche in funzione della topografia del rilevato, che, a sua volta, è dettata da esigenze tecniche e di sicurezza, oltre che da necessità legate alle modalità di esecuzione.

Il sito sarà corredato anche di un impianto di prima pioggia costituito, oltre che dalle suddette opere di raccolta e trasporto, da due vasche per lo stoccaggio e la sedimentazione delle acque.

9. Opere accessorie

Nel progetto sono previste diverse aree di deposito/stoccaggio così individuate:

- a) Area di deposito temporaneo inerti – ADT (19.000 mq). Costituisce la principale area di cantiere nei pressi del Sito di Raccolta. Attualmente adibita a pascolo, al termine dei lavori verrà restituita a tale uso previa asportazione di eventuali residui, aratura ed erpicatura superficiale.
- b) Aree di stoccaggio dei terreni di scotico – ST1 (5.400 mq), ST2 (2.100 mq) e ST3 (15.000 mq). Il terreno vegetale di scotico potrà essere riutilizzato solo previa caratterizzazione. Al termine dei lavori l'area in oggetto verrà ripristinata secondo indicazioni riportate nel progetto di rinaturalizzazione.
- c) Area di stoccaggio materiali vari e ricovero macchine operatrici - SM1 (5.300 mq). Lo stoccaggio dei materiali sterili mineralurgici sarà possibile solo previa impermeabilizzazione della superficie interessata, con telo in HDPE dello spessore di 2.5 mm. Le acque di percolazione del materiale di deposito saranno canalizzate e fatte confluire in appositi pozzetti dove verranno allontanate periodicamente mediante motopompa e trasportate ad apposito impianto di trattamento. L'area in oggetto è attualmente adibita a pascolo, al termine dei lavori verrà restituita a tale uso previa asportazione di eventuali residui, aratura ed erpicatura superficiale.
- d) Area di stoccaggio materiali di impermeabilizzazione - SM2 (800 mq). Al termine dei lavori verrà ripristinata allo stato attuale previa asportazione di eventuali residui.
- e) Area di stoccaggio materiali granulari - SM3 (10.000 mq).

10. Opere di recinzione

Al termine dei lavori sarà possibile delimitare perimetralmente l'intera area occupata dal Sito di Raccolta per uno sviluppo in lunghezza di circa 1.600 m. La recinzione definitiva sarà costituita da rete metallica a maglia romboidale 50 x 50 mm, in filo di ferro zincato, diametro 2 mm, di altezza 2 m ancorata a pali di sostegno in profilato metallico con sezione T dimensioni 35*35 mm e spessore 3 mm.

11. Stato finale – Opere di rinaturalizzazione

Nel settore ambientale del Sito di Raccolta si procederà attraverso la realizzazione di due differenti modelli di rinaturazione, applicabili su differenti tipologie di inclinazione del substrato, in entrambi i casi impermeabilizzato. Gli interventi sono previsti su pseudo-piani a differenti altimetrie (143 e 148 m.s.l.m.) e relative scarpate.

Le scelte progettuali sono state orientate verso entità floristiche con apparati radicali poco sviluppati, ideali per il posizionamento su substrati impermeabilizzati al fine di prevenire danneggiamenti agli strati più profondi.

Si prevedono pertanto 72.850 mq di superfici interessate dalla rivegetazione di spianate artificiali impermeabilizzate e 27.100 mq di superfici interessate dalla rivegetazione di scarpate artificiali impermeabilizzate (impianti e semine).

Nel primo caso per quota parte della miscela di sementi da utilizzare attraverso semina si è optato per l'integrazione - rispetto al Progetto Definitivo approvato - di ulteriori specie coerenti con l'acclività, la pedologia e l'assetto eco-floro-vegetazionale attuale dei siti di inserimento (es. *Santolina insularis*), al fine di massimizzare la resa dell'intervento. Le entità floristiche da impiantare sono state integrate, per analoghi motivi, dalla specie *Dittrichia viscosa*.

Nel secondo caso, coerentemente con le considerazioni espresse sopra, si è provveduto ad integrare - rispetto al Progetto Definitivo approvato - le specie erbacee da seminare con ulteriori entità adeguate al contesto ambientale di recepimento (es. *Santolina insularis*).

Si prevedono 19.680 mq da destinarsi a impianti omogenei e non diversificati vicendevolmente; fra le specie scelte sono state predilette entità floristiche erbacee o basso-arbustive con apparati radicali contenuti che tendono a svilupparsi orizzontalmente rispetto agli strati pedologici e non in profondità. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 53.170 mq (totale superficie di intervento 72.850 mq).

Precedentemente all'avvio dei cantieri si provvederà inoltre all'espianto e successivo reimpianto in aree ecologicamente adeguate degli esemplari arborei autoctoni interferenti con le operatività di cantiere; tali esemplari sono stimati nel numero di ca. 30 unità.

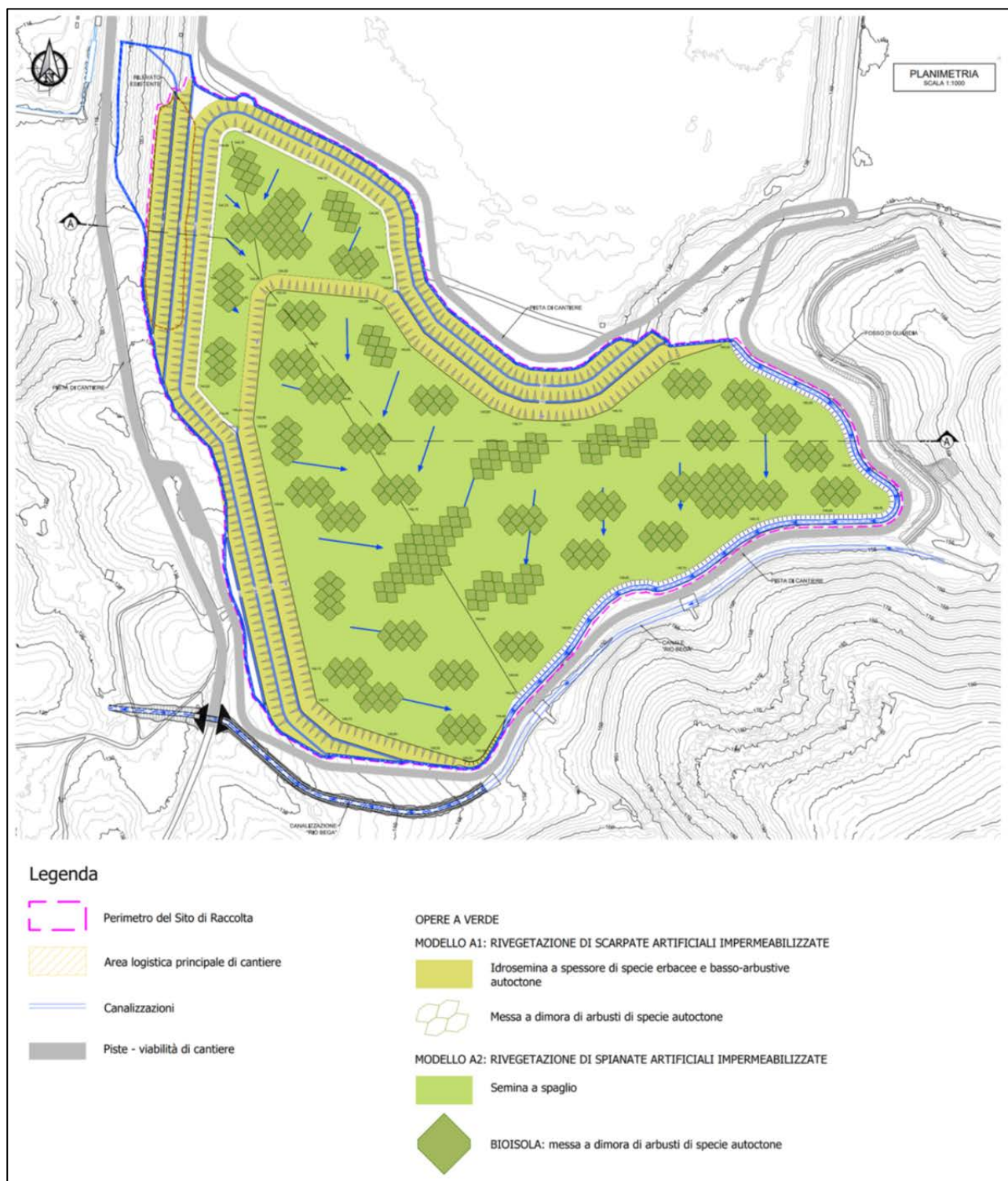


Figura 37. Planimetria degli interventi di rinaturazione da effettuarsi nel Sito di Raccolta

2.4.3 CENTRI DI PERICOLO

Centro di rimozione sterili minerari di Campo Pisano

Nell'ambito del piano della caratterizzazione dell'area vasta del Rio San Giorgio, all'interno dell'area mineraria di Campo Pisano sono stati individuati 27 centri di pericolo tra abbancamenti di fanghi di flottazione, discariche di sterili di trattamento meccanico e bacini di decantazione.

Il Progetto Definitivo ha previsto *"l'asportazione totale o parziale dei rifiuti per quei centri di pericolo, distribuiti all'interno dell'area mineraria, per i quali, in relazione alla loro ubicazione e configurazione, è stata ritenuta in atto una dispersione degli elementi contaminanti. Si tratta di discariche esposte ad una facile erosione per effetto delle acque di ruscellamento superficiale, per via della loro morfologia a mezza costa o a fondo valle, responsabile della diffusione verso valle di elementi più o meno fini, e relativo carico inquinante."*

Intervento previsto	Centri di Pericolo
Totale rimozione dei rifiuti	10, 11, 14, 15, 19, 20, 21* e 23
Parziale asportazione	3, 9, 12 e 13

* il CdP 21 è stato annesso all'area del Rio San Giorgio, pertanto è trattato nella relativa sezione

Nello specifico:

- Per i **centri di pericolo 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21¹ e 23**, il progetto definitivo adottato con Deliberazione 14/34 del 4 aprile 2012 della Giunta Regionale della R.A.S (procedura di V.I.A.) prevedeva l'asportazione totale dei materiali di rifiuto.
- nei **centri di pericolo 3, 9, 12 e 13** è prevista, in linea con quanto adottato in sede di progettazione definitiva, una parziale asportazione di materiali, compatibilmente con le possibilità di intervenire su queste aree, che fungono da supporto per alcuni rilevati stradali presenti nell'area mineraria. Per questi centri di pericolo si propone un'asportazione parziale ed un intervento di messa in sicurezza dei rifiuti che verranno lasciati in loco, atta a garantire una eliminazione della diffusione della contaminazione.

1 Il CdP 21 è stato annesso all'area del Rio San Giorgio, pertanto verrà considerato nella relativa sezione

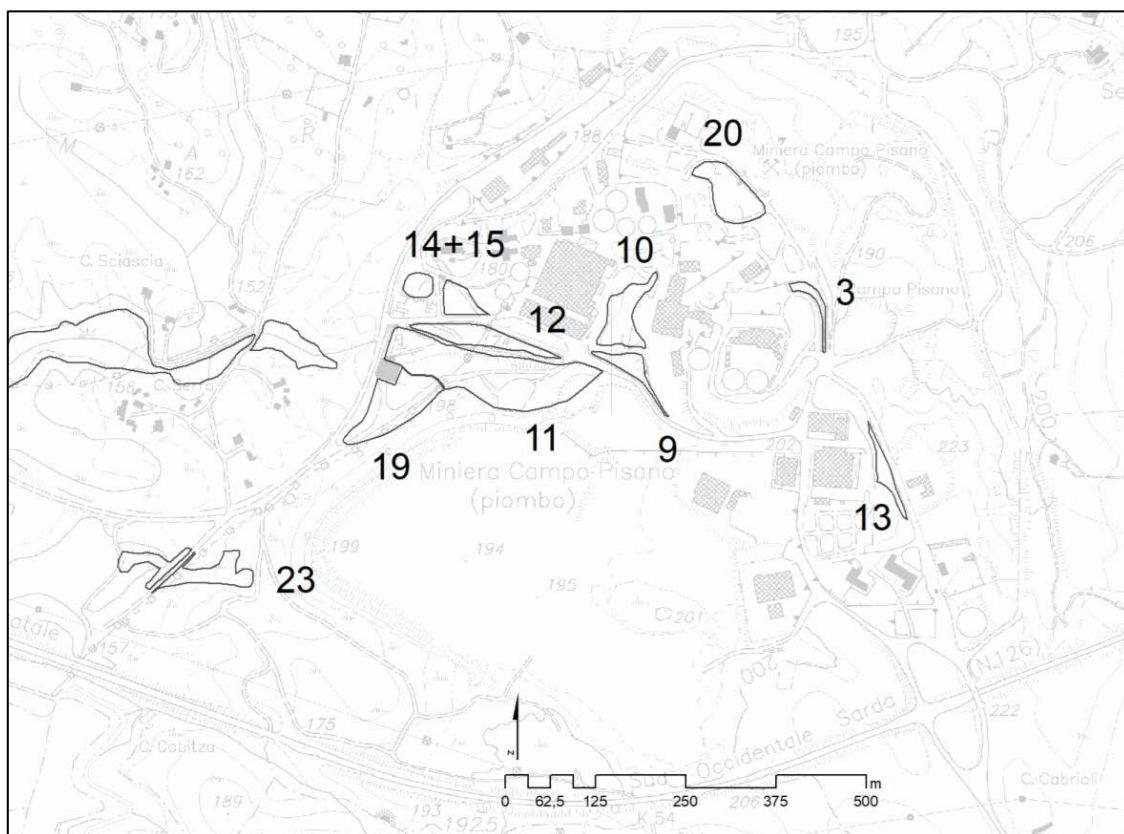


FIGURA 38 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEI CENTRI DI PERICOLO OGGETTO DI INTERVENTO IN LOCALITÀ CAMPO PISANO

In sede di redazione del Progetto Esecutivo, i dati del Progetto Definitivo relativi alla topografia della zona e dei risultati delle indagini geologiche per la determinazione degli spessori dei materiali abbancati da rimuovere nei vari CdP, sono stati implementati attraverso l'esecuzione di un rilievo aerofotogrammetrico con restituzione di un modello digitale del terreno (DTM) e l'esecuzione di una campagna di indagini integrativa geognostiche e geofisiche.

In sintesi, le soluzioni proposte per la rimozione dei depositi minerari e mineralurgici seguono le linee progettuali dettate dal Progetto Definitivo, ma si adattano localmente alle indicazioni derivanti dal modello digitale del terreno del CdP (DTM) nonché al modello lito-stratigrafico di sottosuolo. La geometria finale di fondo scavo e la sua rappresentazione plano-altimetrica, caratteristica di ogni centro di pericolo, è il risultato di un'analisi ponderata di tutti questi aspetti. In questo senso, pertanto, sono state aggiornate la ricostruzione della morfologia della superficie del bedrock e la stima della volumetria dei depositi minerari e mineralurgici.

In relazione ai volumi di scavo, la configurazione finale delle aree di intervento è stata definita attraverso specifico applicativo (CIVIL 3D Autodesk) che ha permesso, partendo dal modello digitale del terreno dello stato di fatto ed impostando la sezione tipologica di sistemazione del CdP, di definire la nuova conformazione dei siti. Il confronto tra i due modelli porta altresì alla definizione dei volumi rimossi che differiscono in parte rispetto a quello stimato nel Progetto Definitivo.

TABELLA 2 STIMA VOLUMI DI SCAVO RELATIVI AI CdP DI CAMPO PISANO

	Volumi da stima PD	Volumi da modellazione PE	Volume scavo progetto
CP-3	2.880	n.d.	200
CP-9	6.443	n.d.	800

Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale
Realizzazione del sito di raccolta nella valle del Rio San Giorgio in località "Casa Massidda"

CP-10	26.327	n.d.	8.000*
CP-11A	94.226	8.100	8.100
CP-11B		13.800	13.800
CP-11C		80.000	50.000
CP-12	15.076	14.400	14.400
CP-19	16.812	15.600	15.600
CP-13	9.607	n.d.	175
CP-14	7.136	4.400	9.500
CP-15	6.204	9.000	
CP-20	7.649	n.d.	5.300
CP-21	20.113	RSG	RSG
CP-23	12.554	9.900	4.470
Area industriale	23.100	n.d.	750
TOTALI	248.127	<i>155.200 + n.d.</i>	136.259

Si riportano di seguito, per ogni CdP le informazioni essenziali.

Centro di pericolo CP3

Il CdP 3 costituisce la scarpata di raccordo tra due viabilità interne all'area di Campo Pisano, una inferiore (che si sviluppa in piano tra le quote 204/203 m s.l.m.) e una superiore che conduce ad un piazzale con piano di imposta a quota 211 m s.l.m.

La superficie planimetrica del CdP ha estensione pari a 875 m².

Il materiale da rimuovere risulta essere modesto sia in termini di volumetria (**200 m³**) che di spessore medio (ordine di grandezza medio di 1,60 m con valori estremi compresi tra 0,20 e 3,00 m rispettivamente in corrispondenza dei settori terminali e centrali dell'intervento).

Al termine delle lavorazioni, il versante avrà una configurazione caratterizzata da una pendenza del 3:2 (H:V) e si potrà procedere con le operazioni di messa in sicurezza permanente.

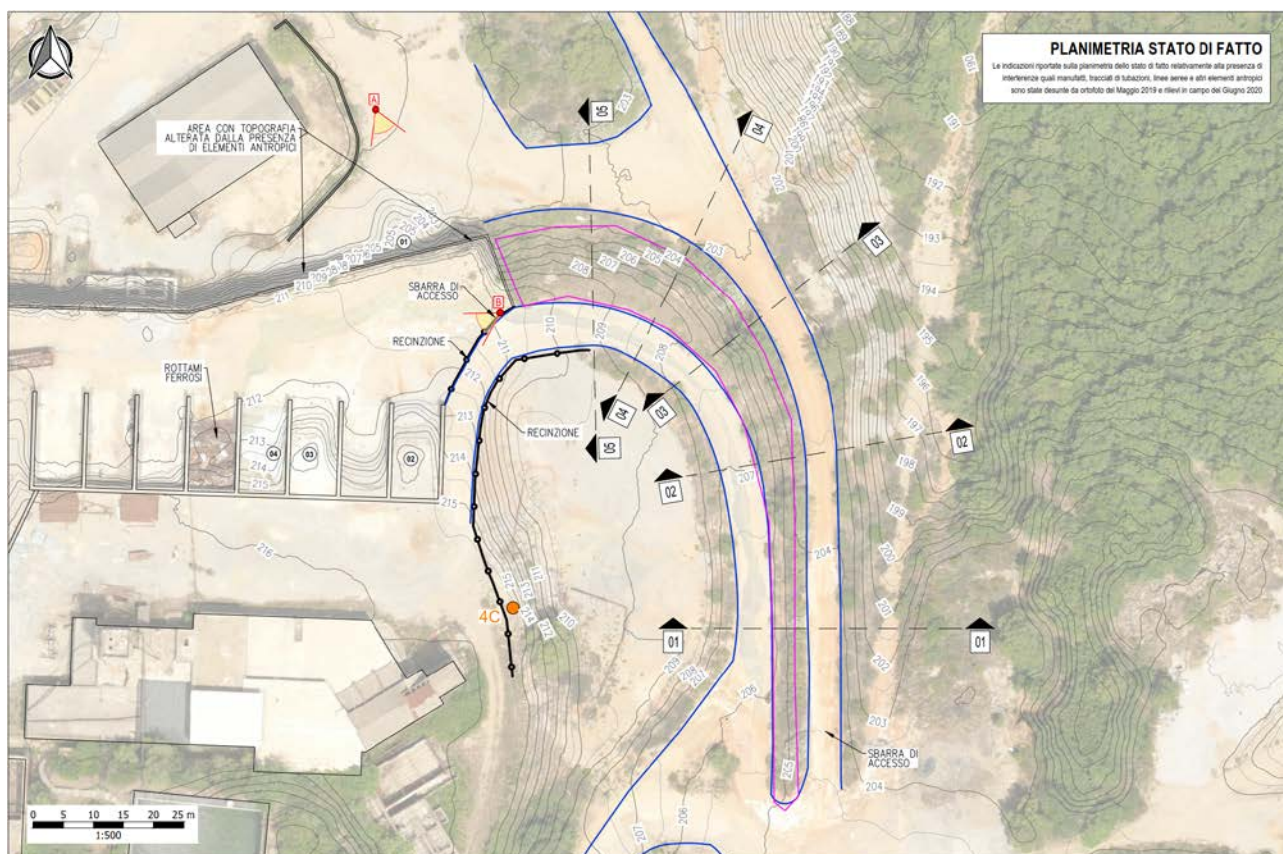


FIGURA 39 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 3 DI CAMPO PISANO

In merito alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 663 mq da destinarsi a impianti e semine.

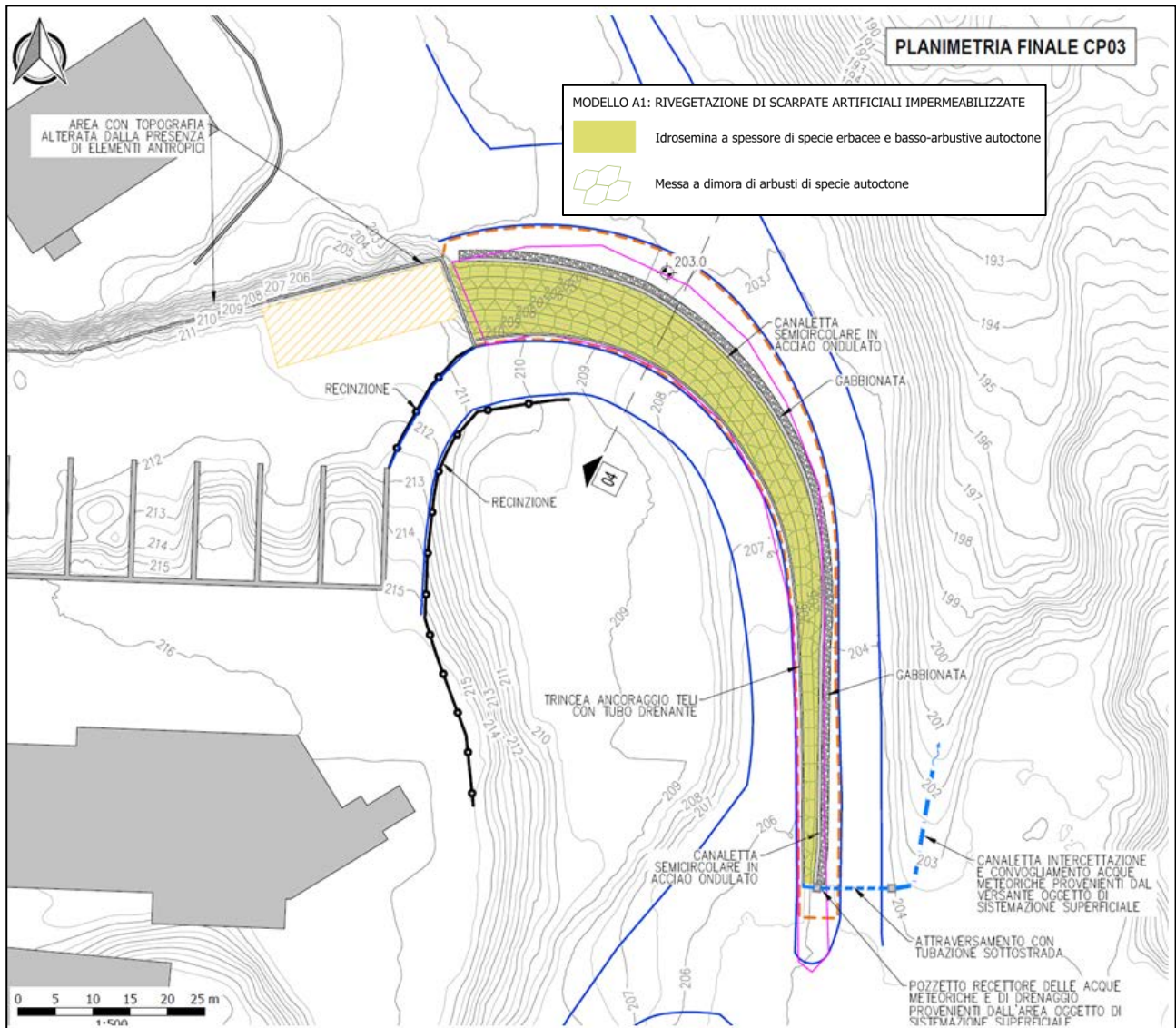


FIGURA 40 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CdP 3 DI CAMPO PISANO

Centro di pericolo CP9

Il CdP 9 occupa un settore all'interno dell'area industriale di Campo Pisano, delimitato a valle da un cordolo prefabbricato che lo separa dalla viabilità principale del complesso produttivo.

A monte è delimitato con allineamento NW/SE, dal ciglio superiore del piazzale su cui si sviluppano alcuni edifici industriali ormai dismessi, con allineamento E/W dal limite del CdP 10.

All'interno del CdP è presente un piazzale (adiacente alla viabilità asfaltata) che si sviluppa tra le quote 178 e 185 m s.l.m. con andamento longitudinale parallelo all'adiacente asse della viabilità principale. Allo stato attuale dei luoghi (giugno 2020) il versante di raccordo tra il piazzale interno al CdP e quello esterno il cui ciglio superiore si sviluppa a quota 191 m s.l.m., ha pendenza compresa tra i 24°/32°.

La superficie planimetrica del CdP ha estensione pari a 1.850 m² (1.627 m² nel progetto definitivo).

Il materiale da rimuovere risulta pari a **800 m³** circa e lo spessore medio è di circa 2,5 m nel settore centrale del versante.

Al termine delle lavorazioni, il versante avrà una configurazione caratterizzata da una pendenza del 3:2 (H:V) e si potrà procedere con le operazioni di messa in sicurezza permanente.

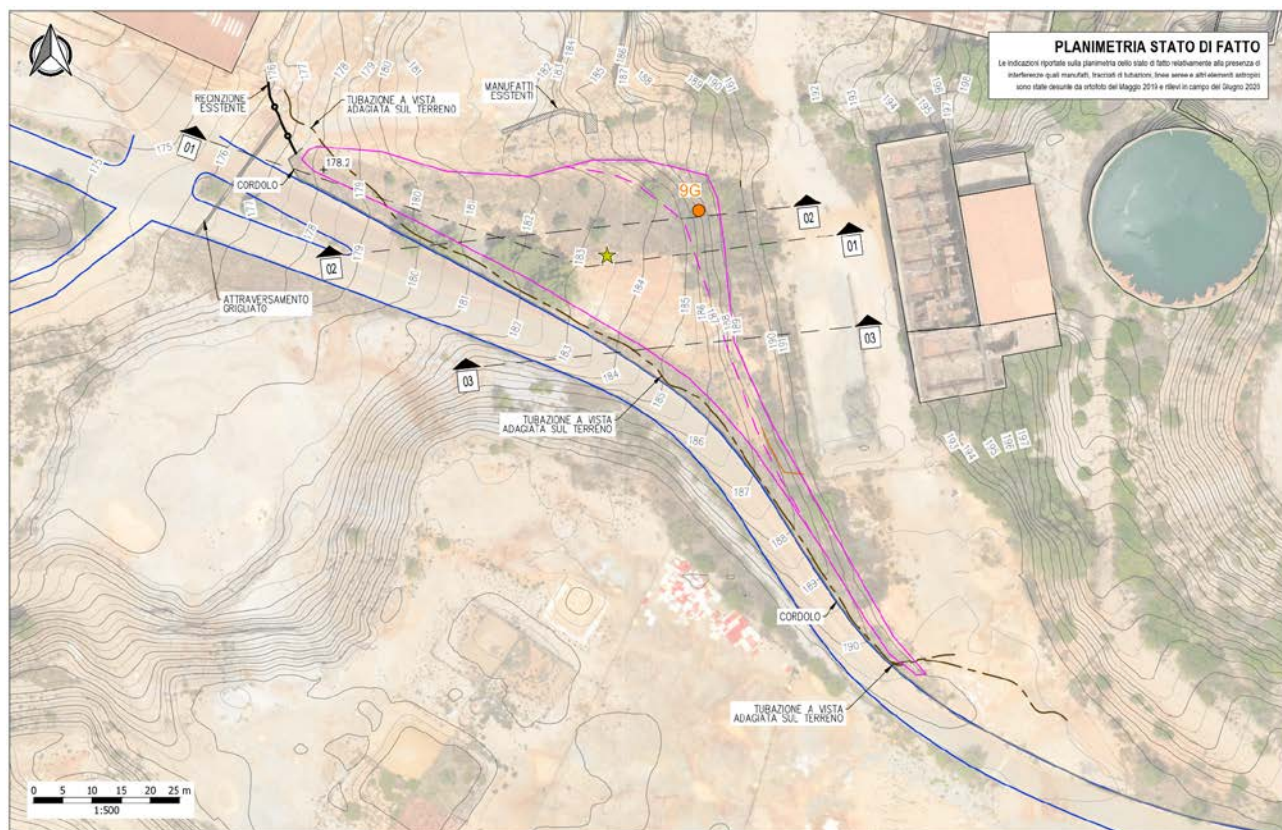
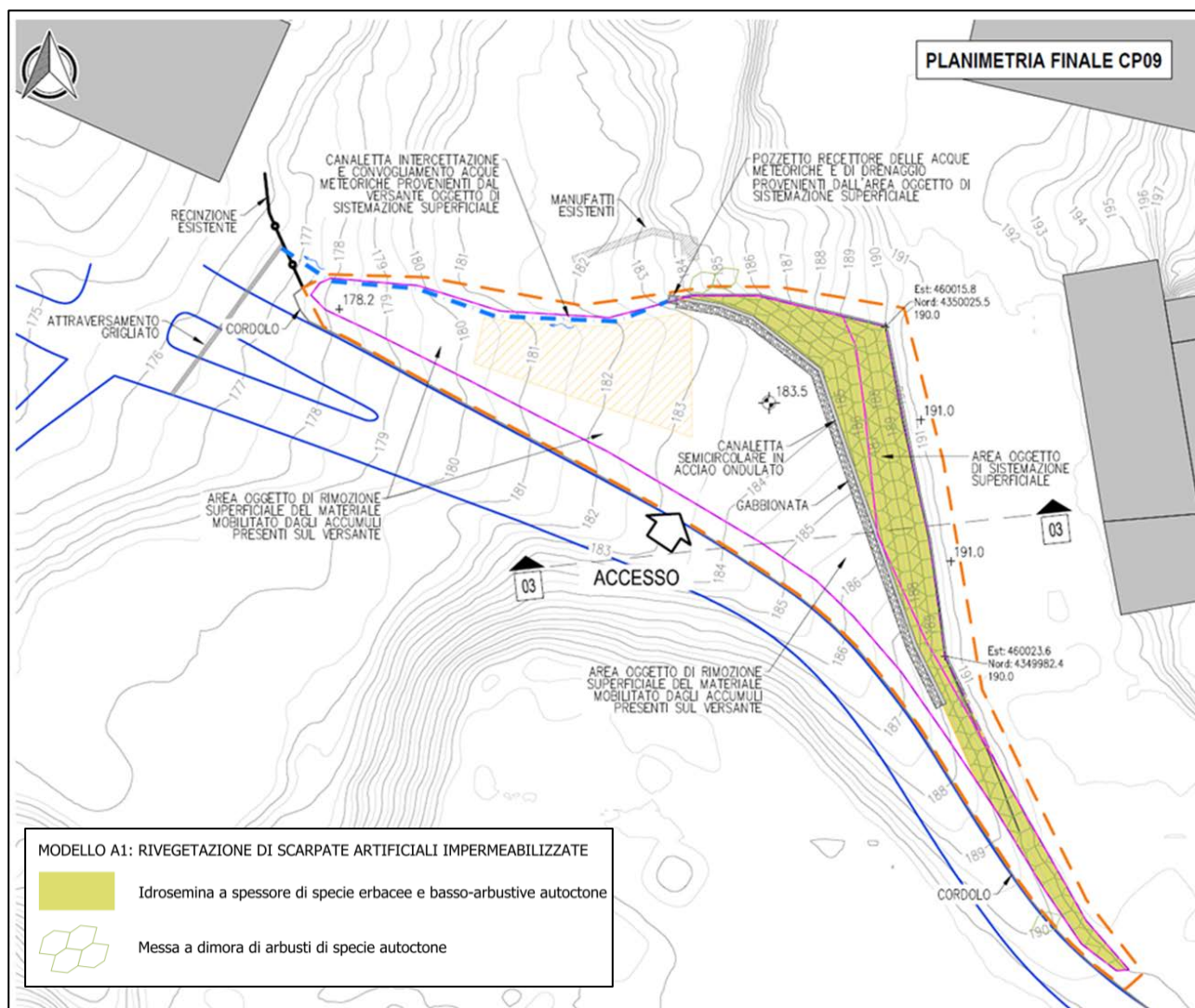


FIGURA 41 STRALCIO PLANIMETRIA STATO DI FATTO CDP CP9

Per quanto riguarda le opere di rinaturalizzazione, si prevedono 637 mq da destinarsi a impianti e semine.



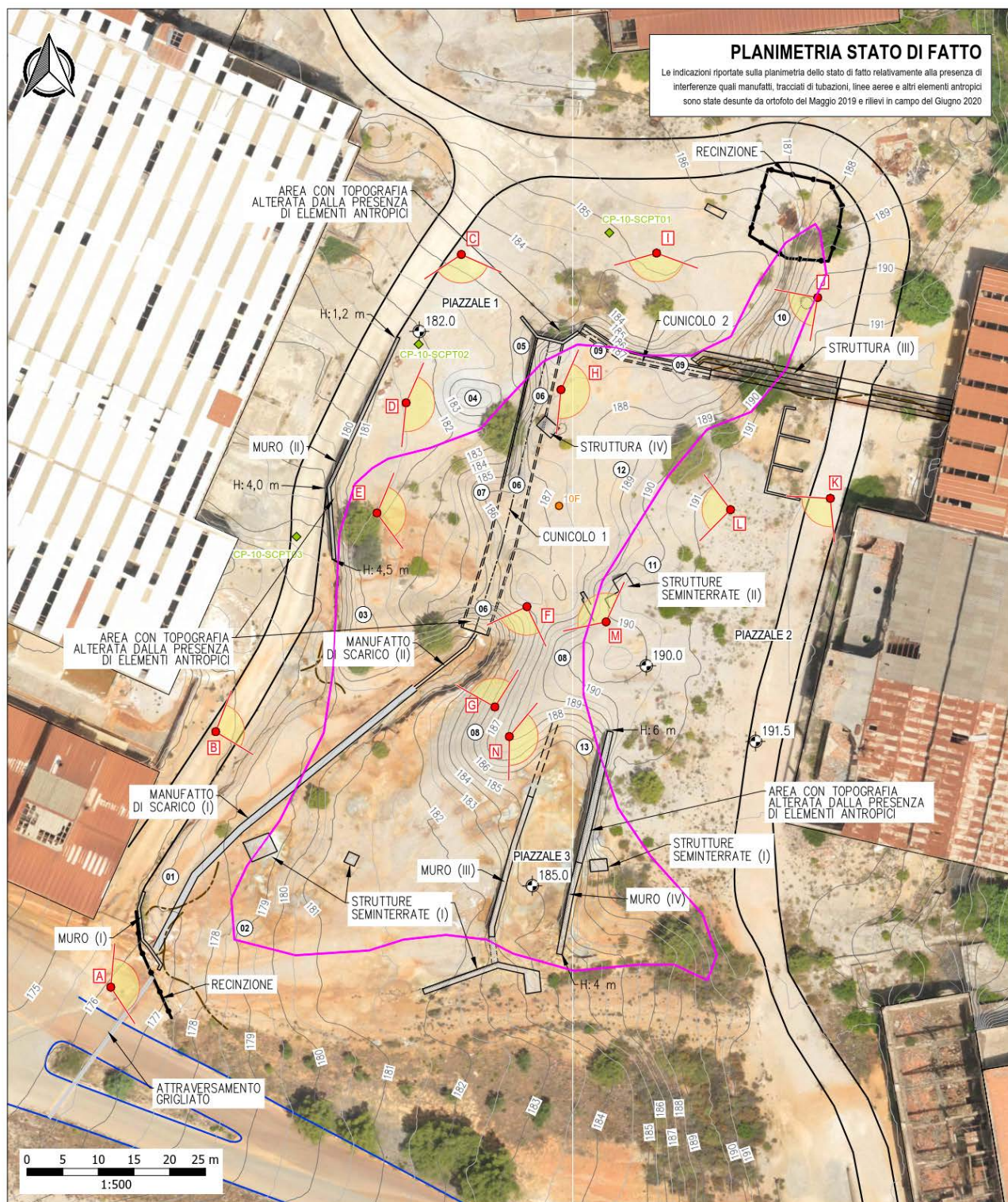


FIGURA 43 STRALCIO PLANIMETRIA STATO DI FATTO Cdp CP10

Per quanto riguarda le opere di rinaturalizzazione, si prevedono 920 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con

l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 5.080mq (totale superficie di intervento 6.000 mq).



FIGURA 44 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 10 DI CAMPO PISANO

Centro di pericolo CP13

Il CdP 13 si sviluppa lungo una porzione della scarpata di sostegno della viabilità principale del plesso minerario di Campo Pisano poche centinaia di metri rispetto all'ingresso principale, dopo la banchina (sub-pianeggiante e occupata da alberatura stradale), la scarpata degrada verso valle per raccordarsi ad un piazzale sottostante, che si sviluppa a quota 203 m s.l.m., dove sorgono alcuni fabbricati ancora utilizzati

Il versante di raccordo tra la viabilità e il piazzale sottostante ha pendenza prossima ai 30° in corrispondenza di terreni granulari per arrivare fino ad oltre 40° in corrispondenza del limite settentrionale del CdP dove inizia ad affiorare lo strato roccioso compatto. Parte del materiale da rimuovere presente lungo il versante nel tempo è scivolato verso valle accumulandosi al piede dello stesso, con cumuli dello spessore di poco superiore al metro.

La superficie planimetrica del CdP ha estensione pari a 500 m² (1379 m² nel progetto definitivo).

Il materiale da rimuovere risulta pari a 150 m³ circa, lo spessore medio dello strato da rimuovere è di circa 0,20 m sul versante e di 1,0 m al piede dello stesso.

In considerazione della conformazione orografica del sito di intervento le operazioni di rimozione dei residui avverranno direttamente dal piazzale, il materiale sarà caricato direttamente sugli autocarri per il conferimento al Centro di Raccolta. Al termine di questa operazione il versante avrà una pendenza del 3:2 (H:V) e si potrà procedere con le operazioni di messa in sicurezza permanente.

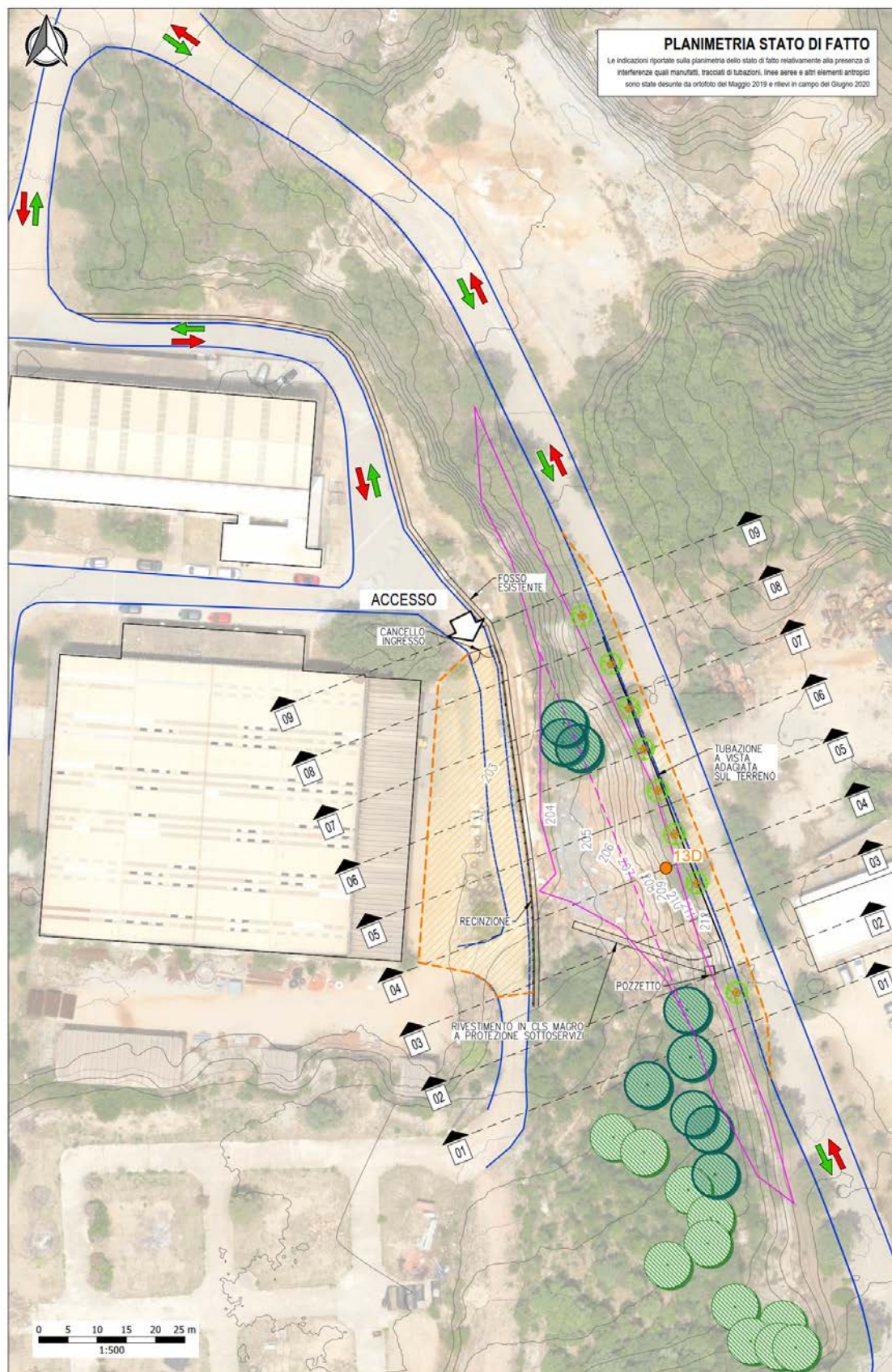


FIGURA 45 STRALCIO PLANIMETRIA STATO DI FATTO Cdp CP13

Per quanto riguarda le opere di rinaturalizzazione, si prevedono 890 mq da destinarsi a impianti e semine e 200 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 480 mq (totale superficie di intervento 680 mq).

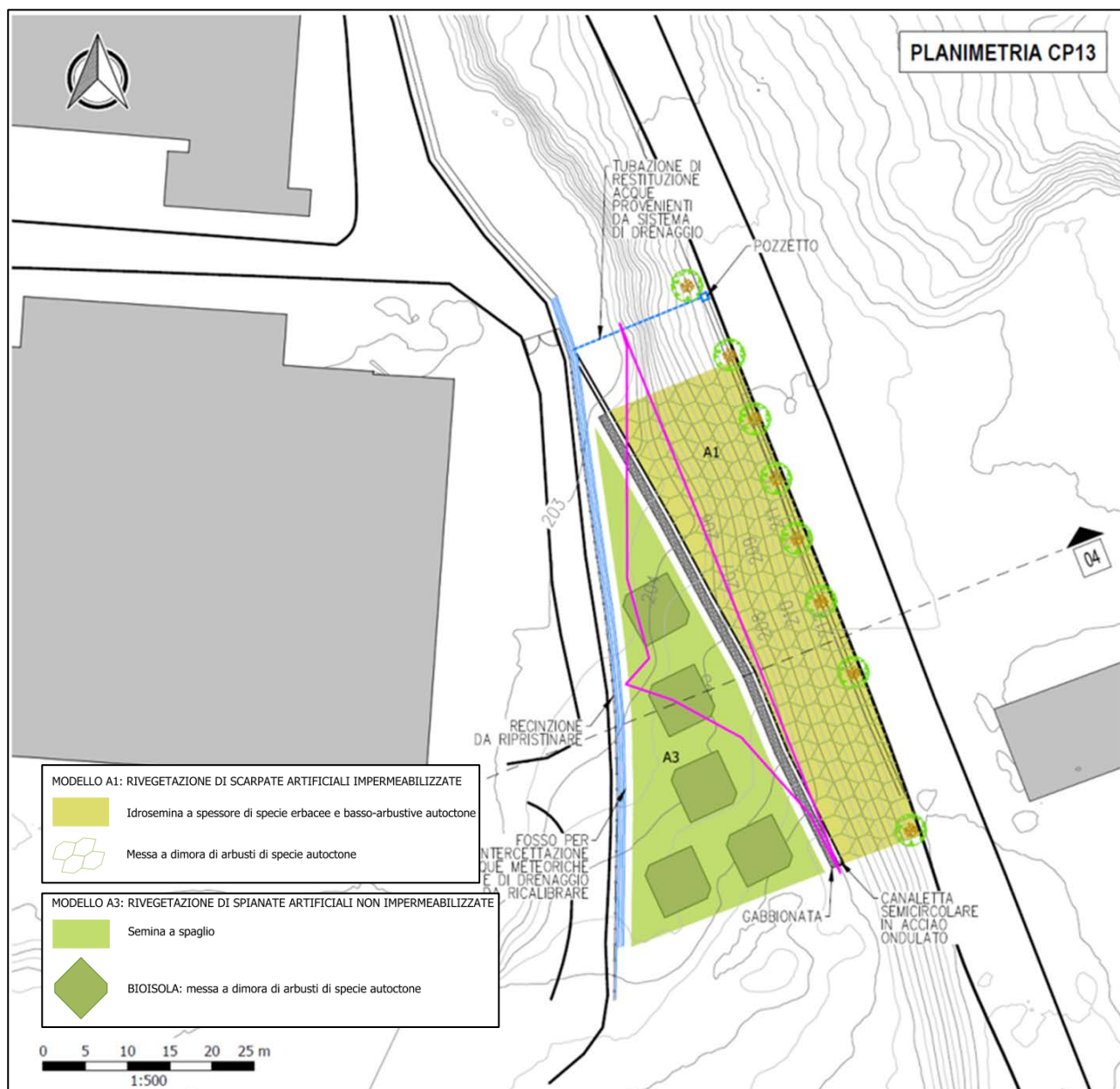


FIGURA 46 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURALIZZAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CdP 13 DI CAMPO PISANO

Centri di pericolo CP14 e 15

In sede di progettazione esecutiva i CdP 14 e 15 sono trattati come un unico sito sul quale intervenire per la rimozione dei rifiuti, al fine essenzialmente di razionalizzare la fase di cantiere.

Il CdP14/15 è delimitato a valle (con allineamento E/W) e lungo il fianco occidentale dalla viabilità principale di Campo Pisano, a monte invece da una viabilità secondaria ma importante in quanto a servizio di alcuni fabbricati residenziali ancora presenti all'interno del sito industriale. Allo stato attuale la rampa di accesso conduce dalla viabilità principale (a quota 167 m s.l.m.) ad una cabina elettrica ormai dismessa e al contempo permette di raggiungere la sommità dei due centri di pericolo, ovvero il CdP14 ed il CdP15 che si sviluppano rispettivamente a quota 173 m s.l.m. e 172 m s.l.m. La viabilità principale di valle con allineamento E/W si sviluppa tra le quote 173 m s.l.m. (E) e 161 m s.l.m. (W).

L'area del CdP15 è ubicata a ridosso dei vecchi forni che, in parte, sono stati invasi dagli sterili, mentre all'interno del CdP14 sono visibili 2 manufatti a sezione rettangolare in c.a., residui anch'essi dell'attività mineraria ormai dismessa.

I rilievi in situ hanno evidenziato la presenza in diversi settori del CdP coperti da vegetazione arborea e arbustiva, specie nel settore di SE del CdP CP14 è stata rilevata la presenza della specie endemica *Limonium merxmulleri*.

In questi CdP risulta necessaria l'esecuzione di saggi esplorativi nei pressi dei manufatti presenti all'interno e a confine dei CdP per definire al meglio la volumetria e dimensioni degli stessi con la contestuale messa in sicurezza (qualora necessario) delle strutture in muratura o in cemento armato.

Nelle immagini seguenti sono riportate le ricostruzioni 3D dello stato di fatto e dello stato di progetto.

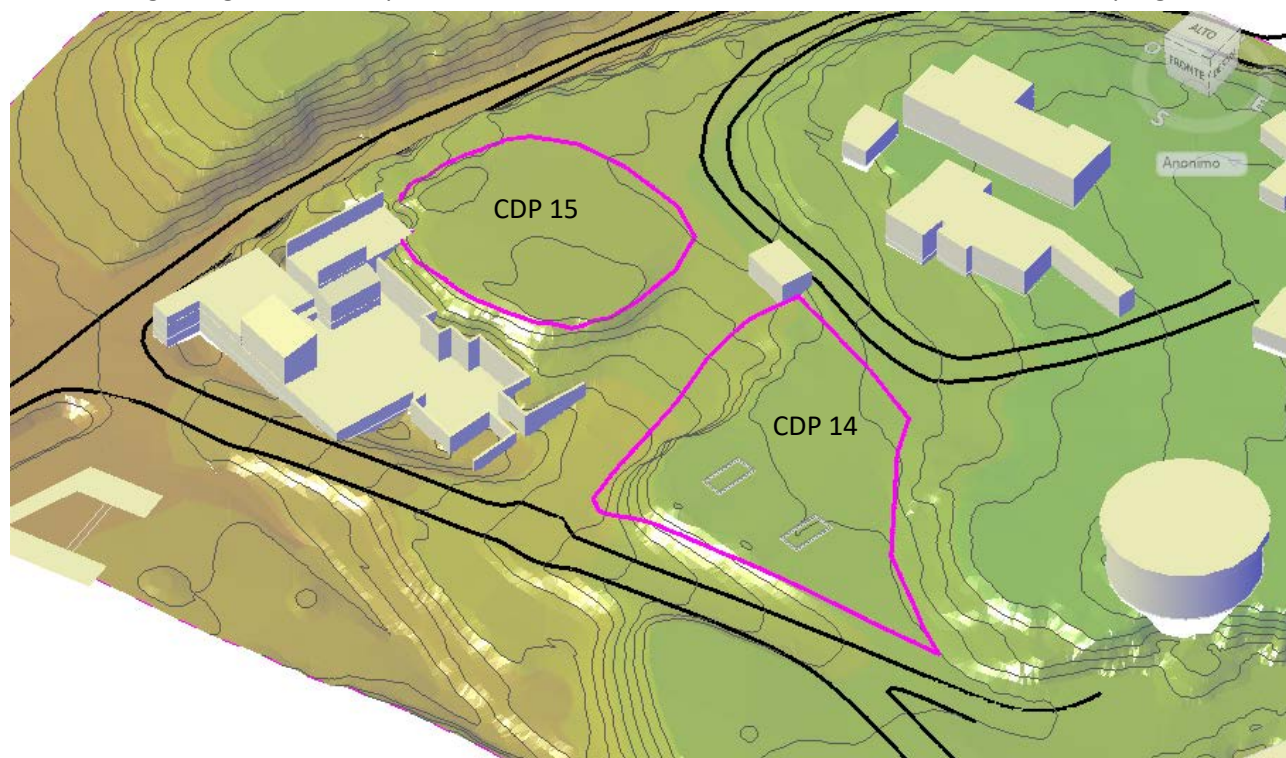


FIGURA 47 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CdP CP14-15 (VISTA DA SE)

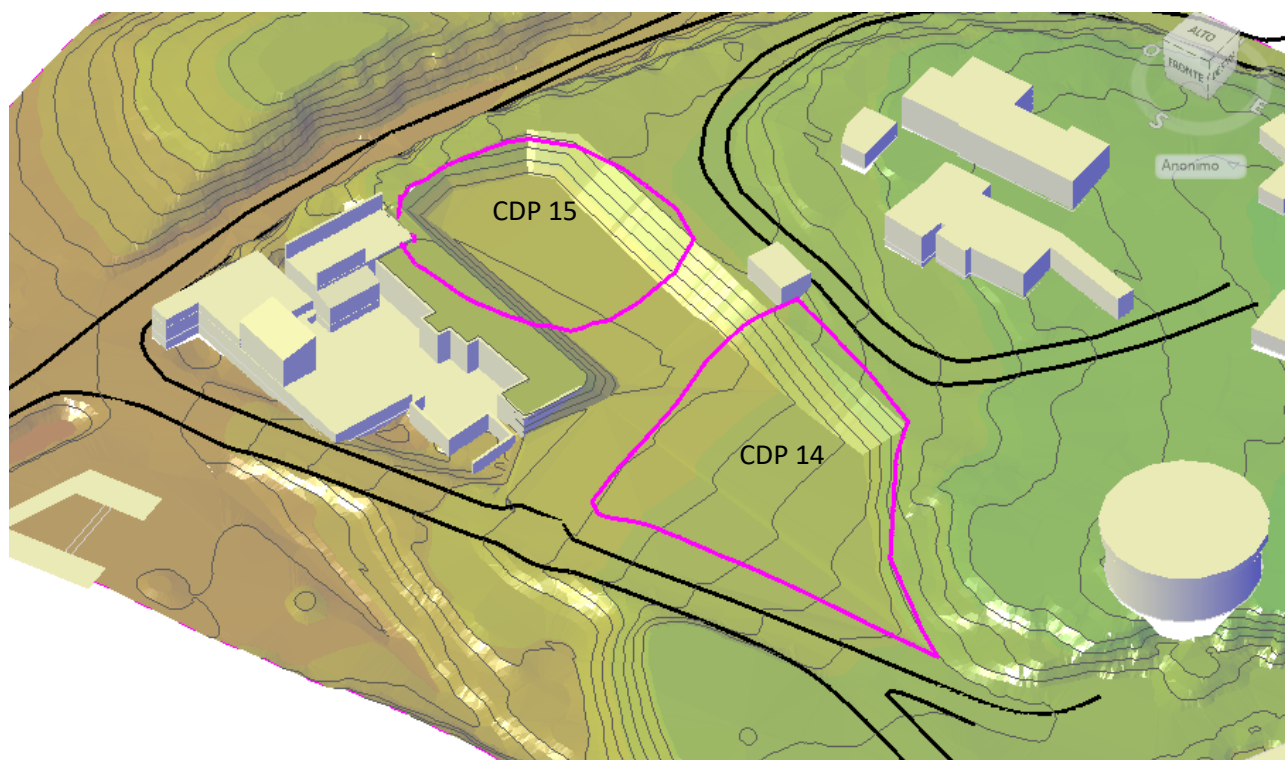


FIGURA 48 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO CdP CP14-15 (VISTA DA SE)

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, per i Centri di Pericolo 14 e 15 di Campo Pisano si prevedono 720 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 3.555 mq (totale superficie di intervento 4.275 mq).

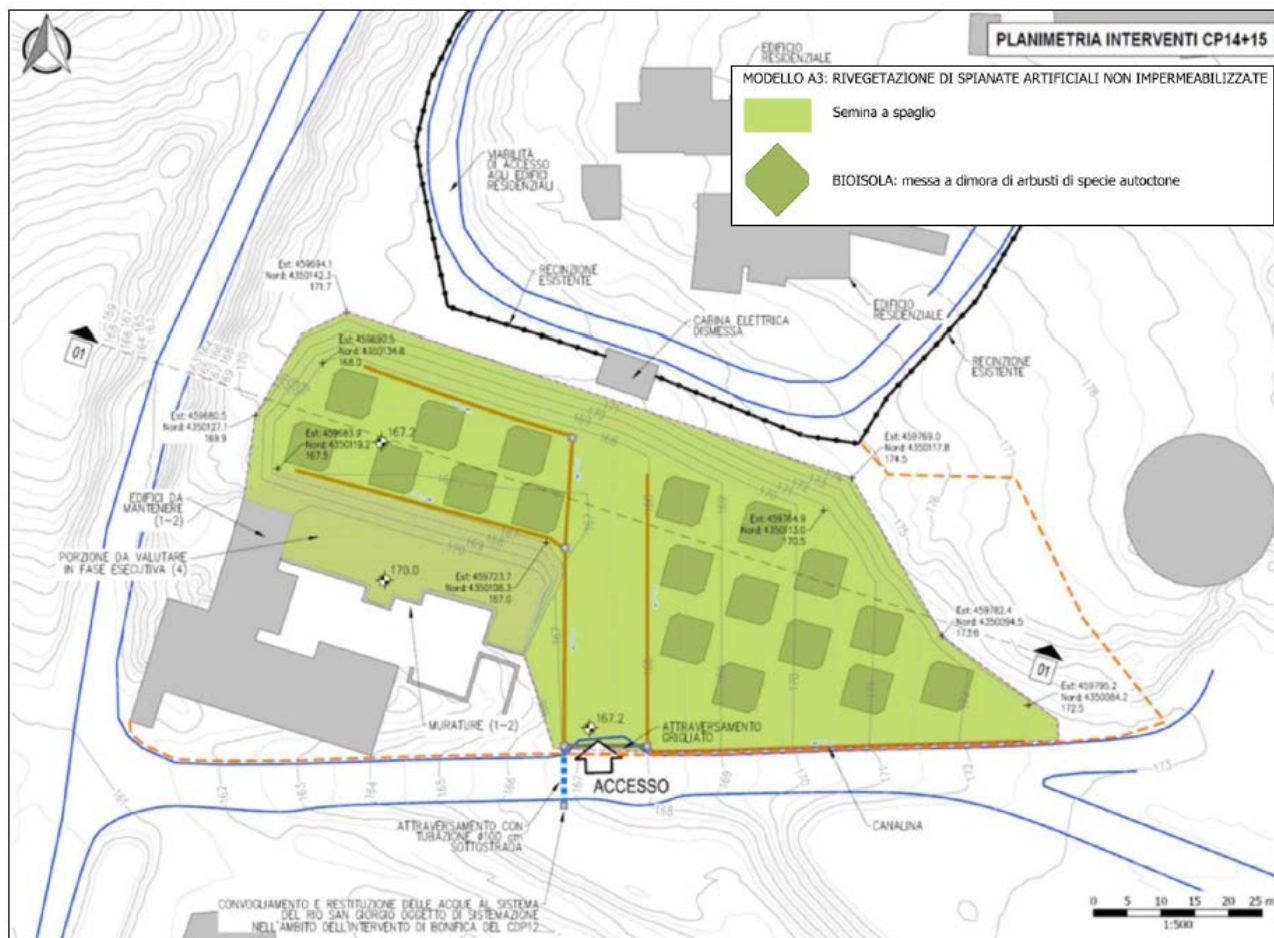


FIGURA 49 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEI CdP 14 E 15 DI CAMPO PISANO

Centri di pericolo CP11-12-19

Lo scavo e messa in sicurezza dei CdP 11,12,19 è stata sviluppata considerando un unico areale.

L'insieme dei CdP 11/12/19 occupa un settore dell'ex area mineraria di Campo Pisano compreso tra l'area impianti a Nord, i Bacini di Sterili 8 e 25 a Sud ed Est e il versante collinare verso Ovest, in un intervallo di quota compreso tra circa 160 m s.l.m. nel settore Ovest e 180 m s.l.m. nel settore Est (ad esclusione dei Bacini di Sterili). Questo sito presenta una topografia molto articolata, legata alla notevole complessità nella successione delle attività che hanno avuto luogo in questo areale e al conseguente sviluppo in tempi successivi dell'accumulo di depositi provenienti da vari centri di pericolo.

I sopralluoghi eseguiti in situ hanno permesso integrare i dati raccolti in campo con le informazioni desumibili dall'interpretazione delle foto aeree e del rilievo topografico di riferimento (DTM) specie in merito alla presenza e caratterizzazione di fabbricati, infrastrutture e sottoservizi presenti all'interno dell'area di indagine, la cui rimozione sarà operata a cura e spese di IGEA S.p.A prima dell'avvio dei lavori.

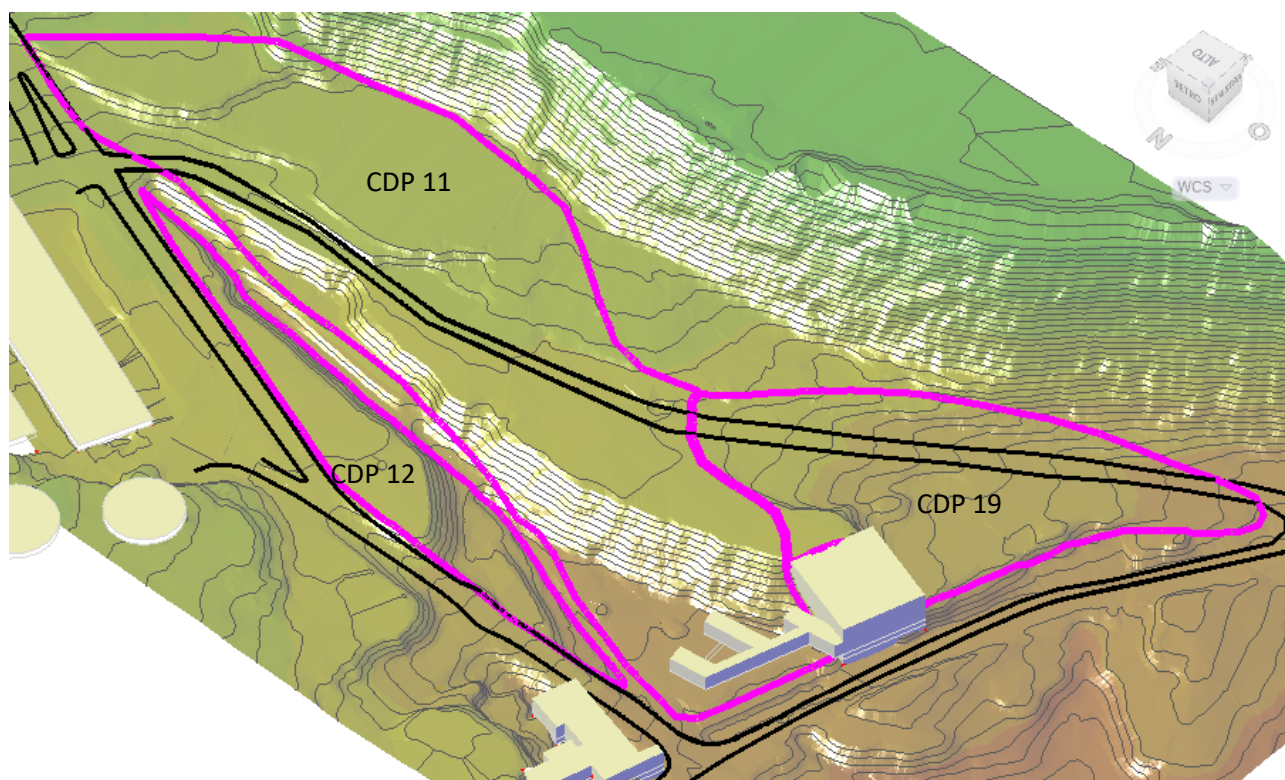


FIGURA 50 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO Cdp CP11-12-19 (VISTA DA NO)

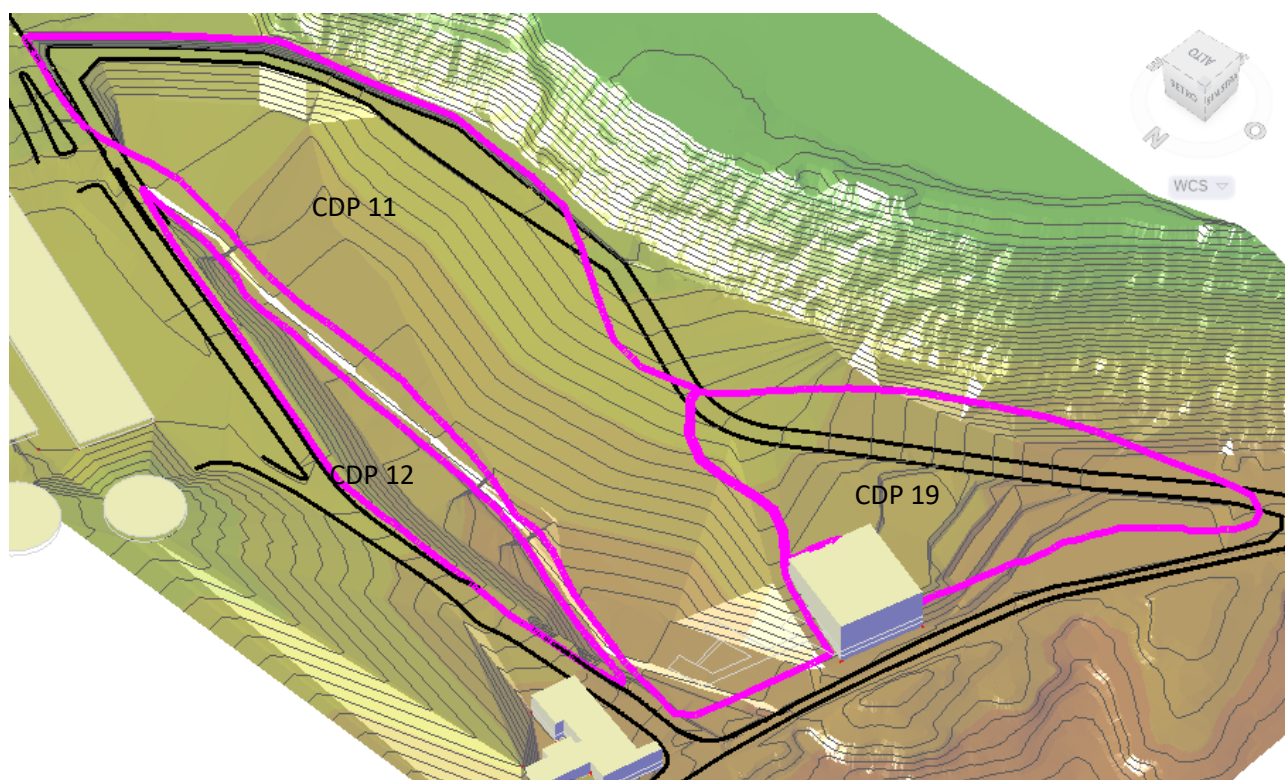


FIGURA 51 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO Cdp CP11-12-19 (VISTA DA NO)

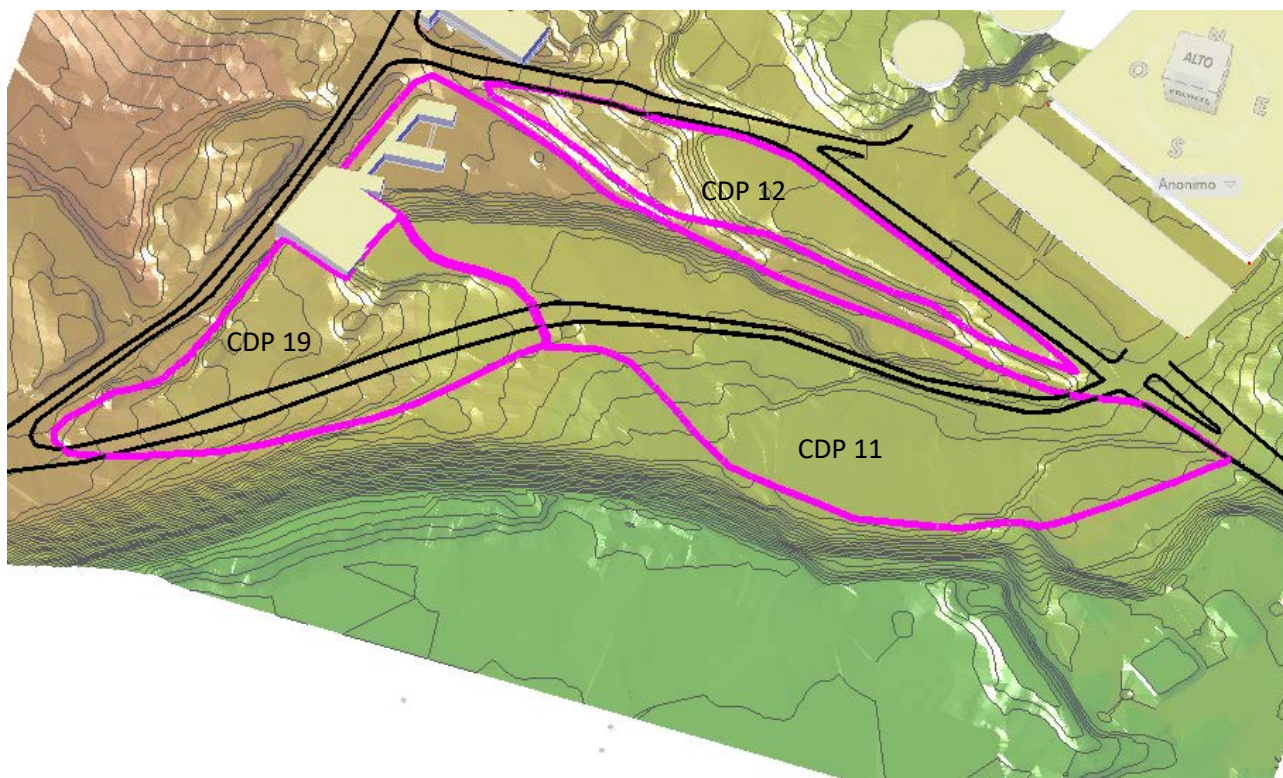


FIGURA 52 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CdP CP11-12-19 (VISTA DA SE)

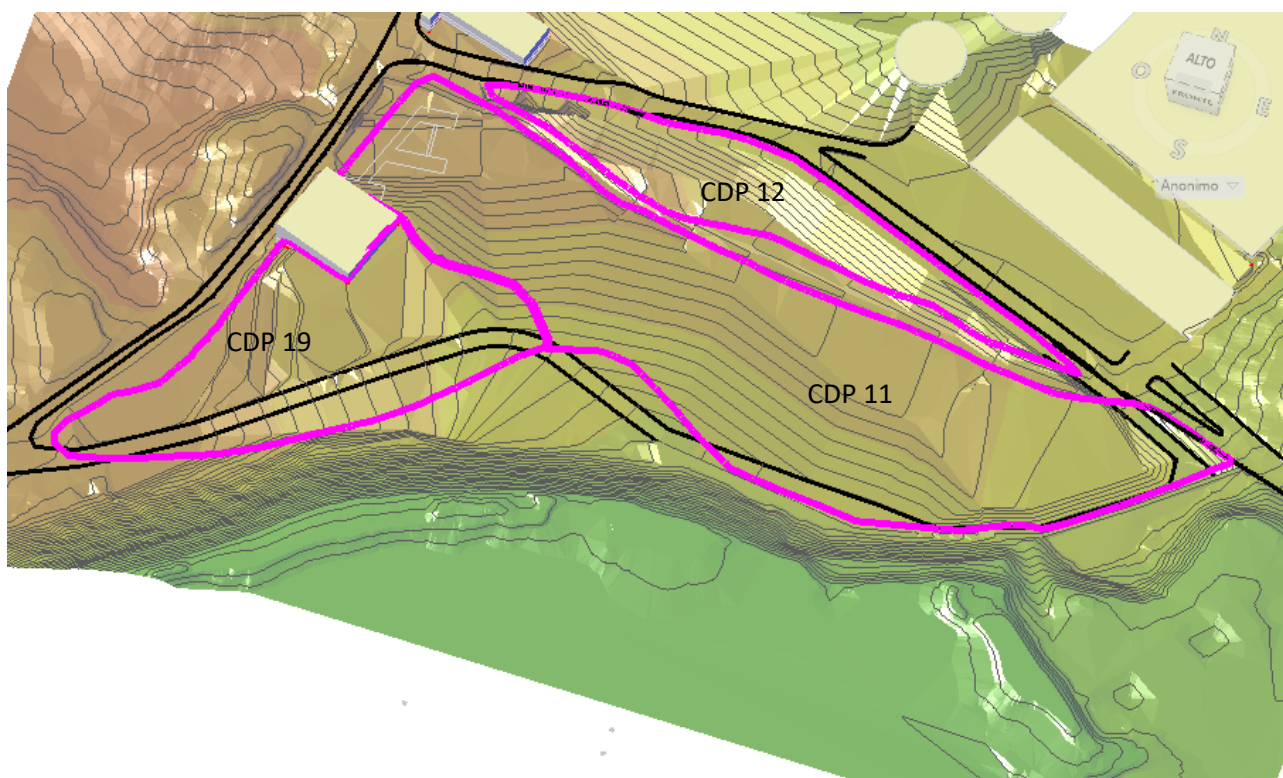


FIGURA 53 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO CdP CP11-12-19 (VISTA DA SE)

In merito alle opere di rinaturalizzazione, per il Centro di Pericolo 19 di Campo Pisano si prevedono 1.520 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 3.370 mq (totale superficie di intervento 4.890 mq).

Per il Centro di Pericolo 11 di Campo si prevedono 4.400 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 11.300 mq (totale superficie di intervento 15.700 mq).

Per il Centro di Pericolo 12 di Campo Pisano si prevedono 2.290 mq da destinarsi a impianti e semine.

La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 630 mq (totale superficie di intervento 830 mq).

Nelle immagini seguenti sono riportate le ricostruzioni 3D dello stato di fatto e dello stato di progetto da differenti angolazioni.

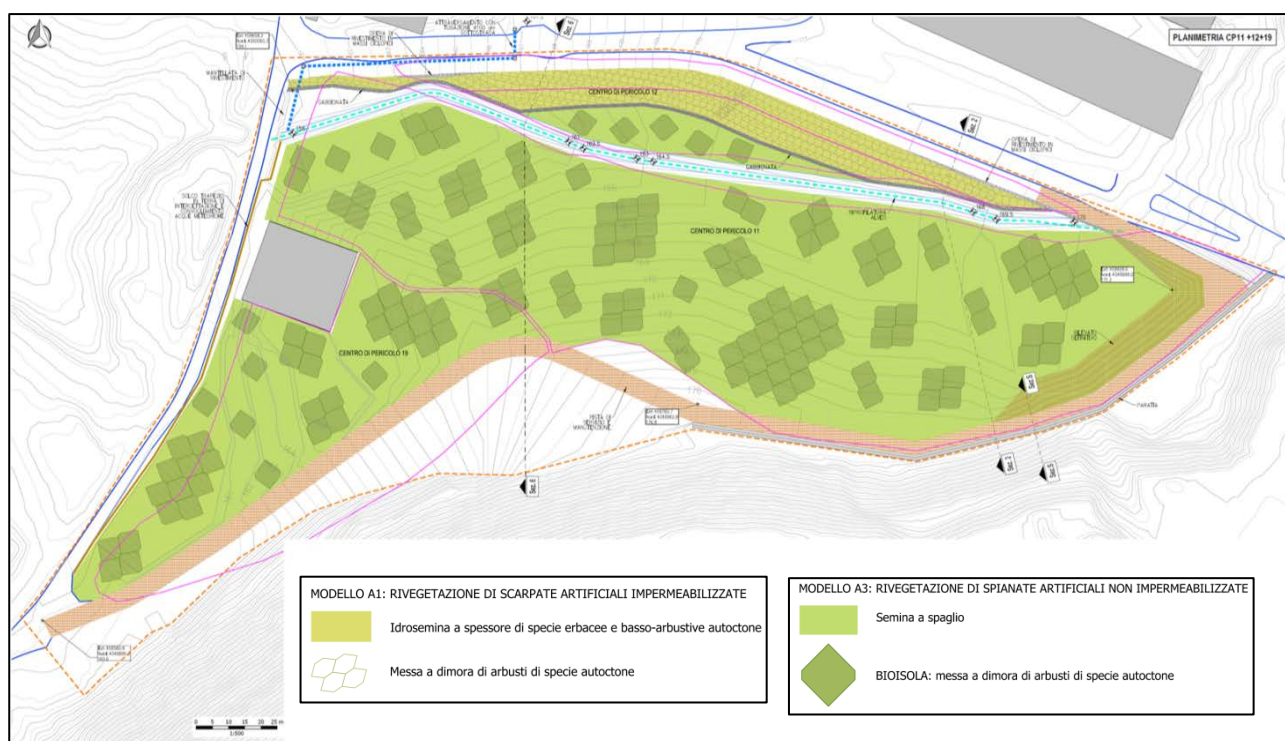


FIGURA 54 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURALIZZAZIONE DA EFFETTUARSI NEI CdP 11-12-19 DI CAMPO PISANO

Centro di pericolo CP20

Il CdP 20 si colloca su un piazzale nella porzione più elevata del sito di Campo Pisano, ad una quota di circa 197 m s.l.m., all'interno di un settore del plesso minerario fortemente antropizzato caratterizzato dalla presenza di fabbricati ormai dismessi, da rami diversi della viabilità interna oltre che da piazzali adibiti allo stoccaggio dei materiali. A fronte di questo è ipotizzabile che l'originaria topografia del sito sia stato soggetto nel tempo a diverse alterazioni per adeguamenti alle esigenze delle attività estrattive del momento.

La conformazione finale prevede la realizzazione di 3 piazzali, due posti rispettivamente alle estremità di NE e SE del CdP con sommità per entrambi impostata a 199 m s.l.m. e un piazzale principale con quota di imposta compresa tra 197 e 196 m s.l.m.; anche in questo caso il raccordo tra i piazzali avverrà per mezzo di scarpate inclinate 3:2 (H:V).

Nelle immagini seguenti sono riportate le ricostruzioni 3D dello stato di fatto e dello stato di progetto.

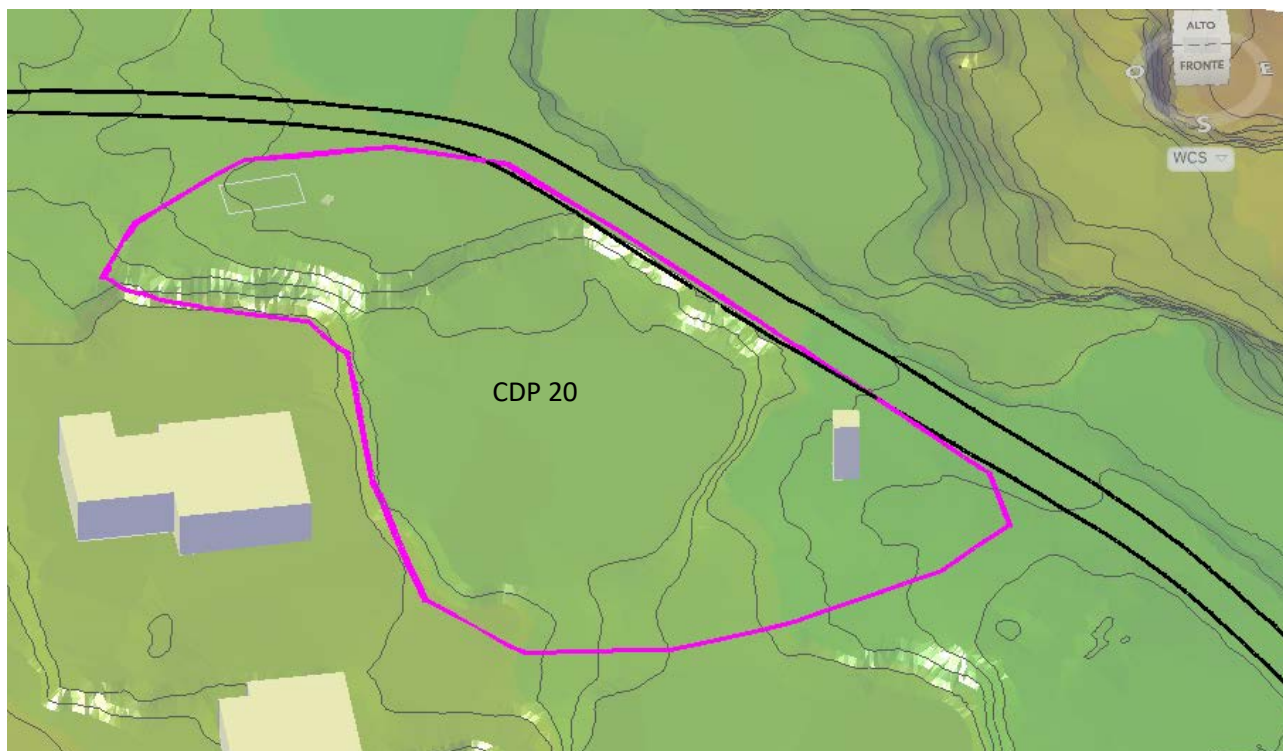


FIGURA 55 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CDP CP20 (VISTA DA S)

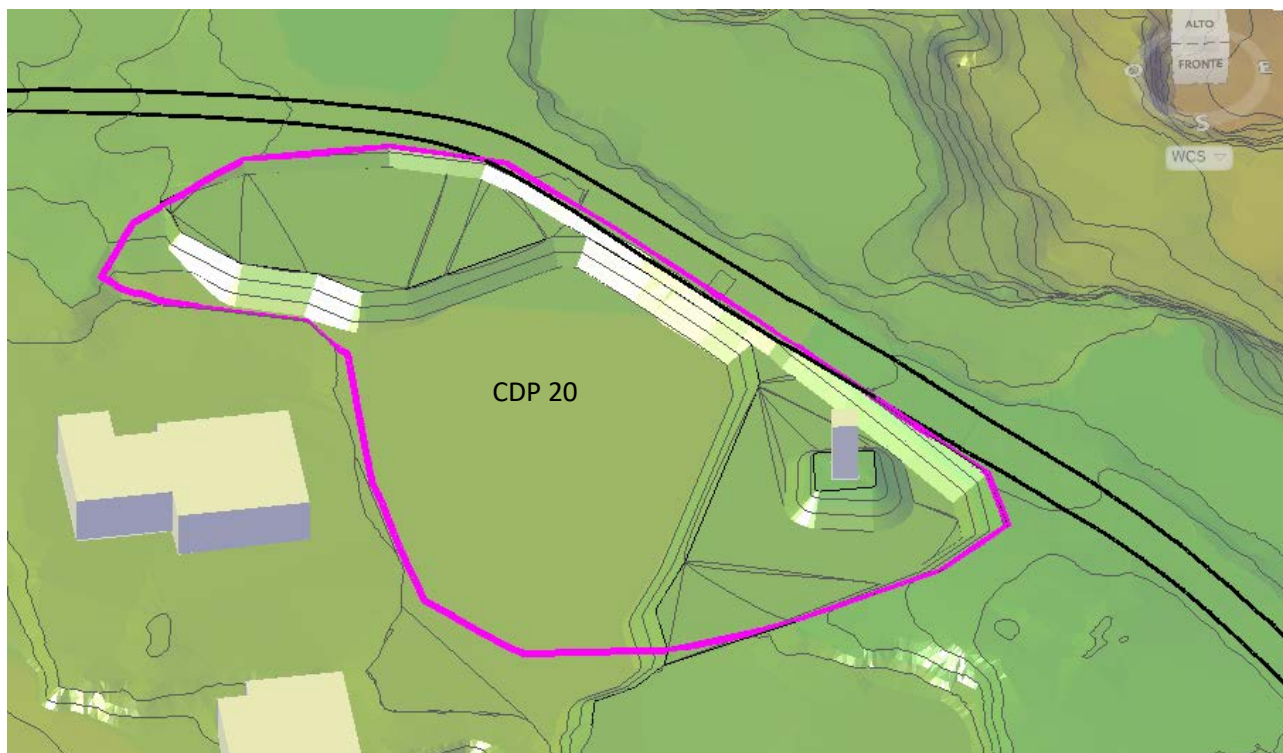


FIGURA 56 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO CDP CP20 (VISTA DA S)

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 1.120 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 3.515 mq (totale superficie di intervento 4.635 mq).



FIGURA 57 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CdP 20 DI CAMPO PISANO

Centro di pericolo CP23

Il CdP 23 occupa il fondo di un blando impluvio orientato E/W ed ubicato a W del Bacino Sterili 25, tra la quota 160 m slm e 148 m slm. Il CdP è diviso trasversalmente da una strada carrabile secondaria a servizio dei terreni e proprietà private che sorgono nell'intorno dello stesso. La valletta appare in sostanziale continuità con la topografia naturale circostante, caratterizzata da roccia da affiorante a sub-affiorante, motivo per cui è ragionevole ipotizzare che il sito sottenda una topografia naturale e non rielaborata, colmata dai materiali del CdP.

Lo scavo dovrà essere spinto fino a raggiungere lo strato roccioso su cui si appoggiano i residui ricreando l'assetto originario della vallecola.

Nelle immagini seguenti sono riportate le ricostruzioni 3D dello stato di fatto e dello stato di progetto da differenti angolazioni.

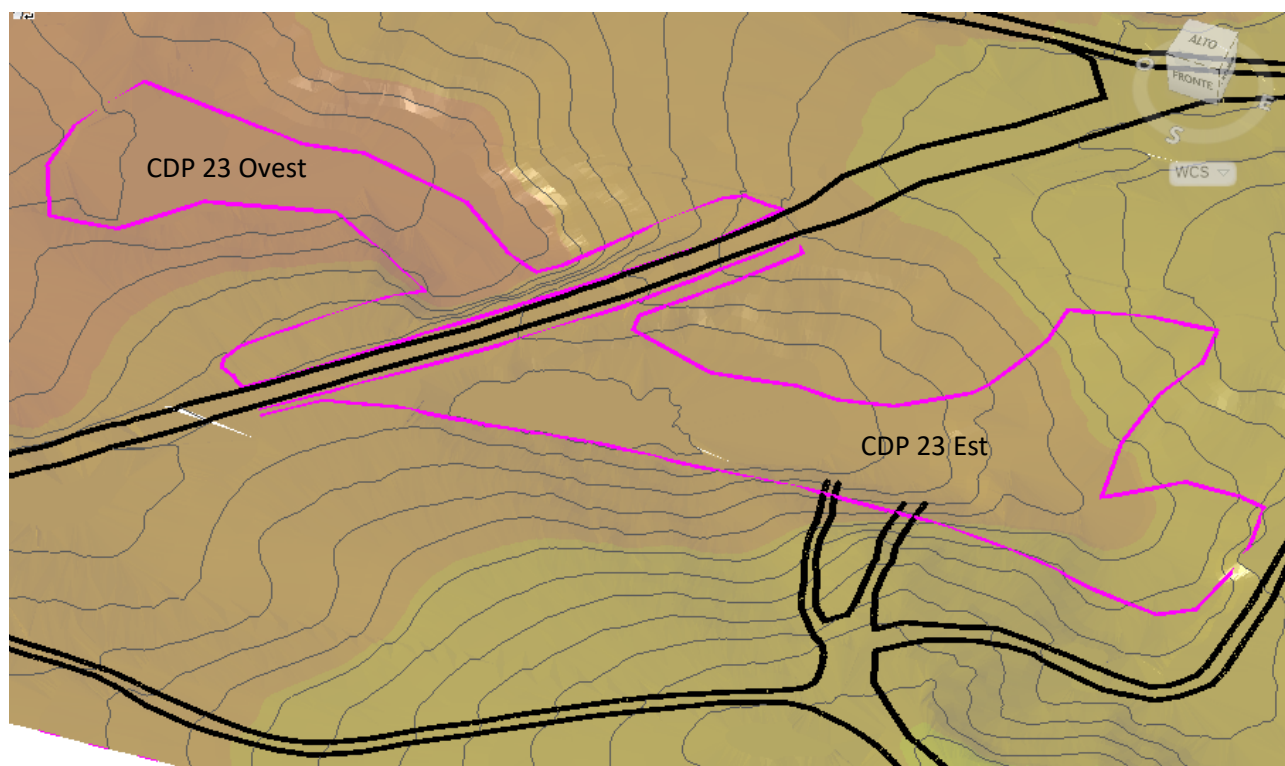


FIGURA 58 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CdP CP23 (VISTA DA SE)

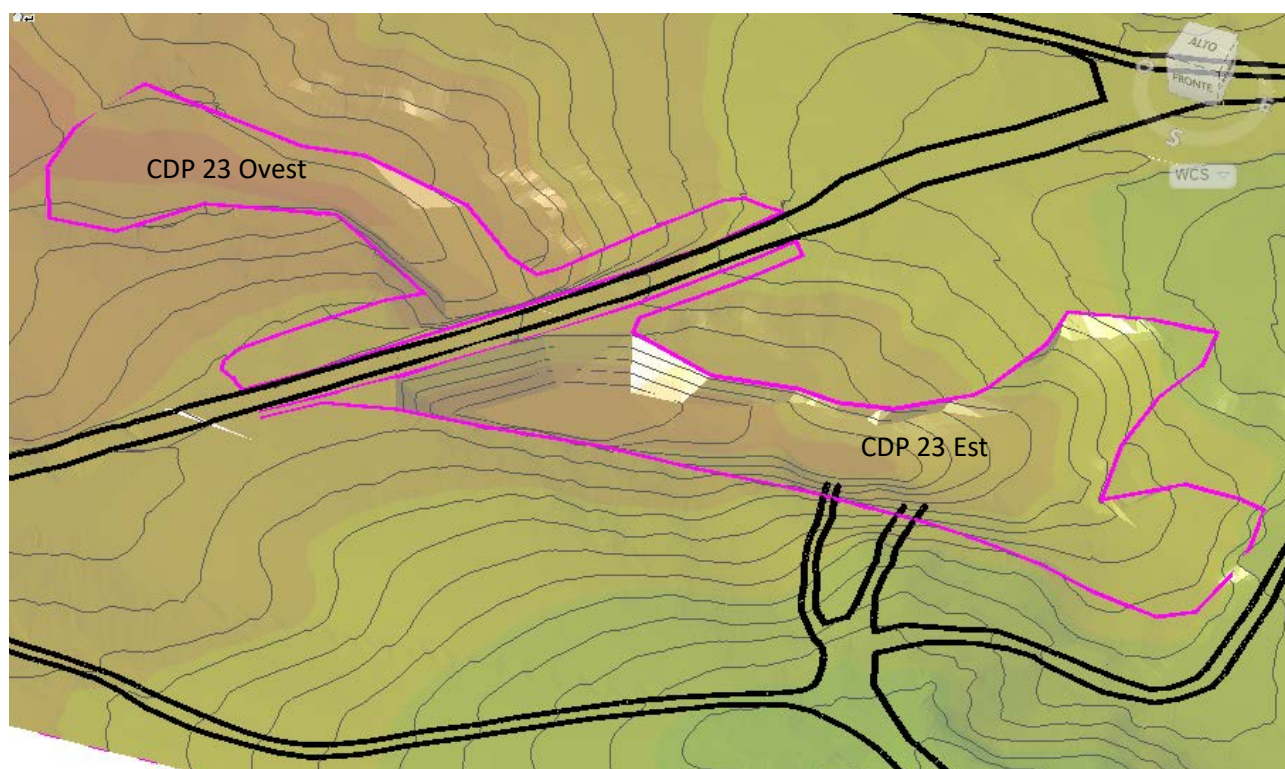


FIGURA 59 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO CdP CP23 (VISTA DA SE)

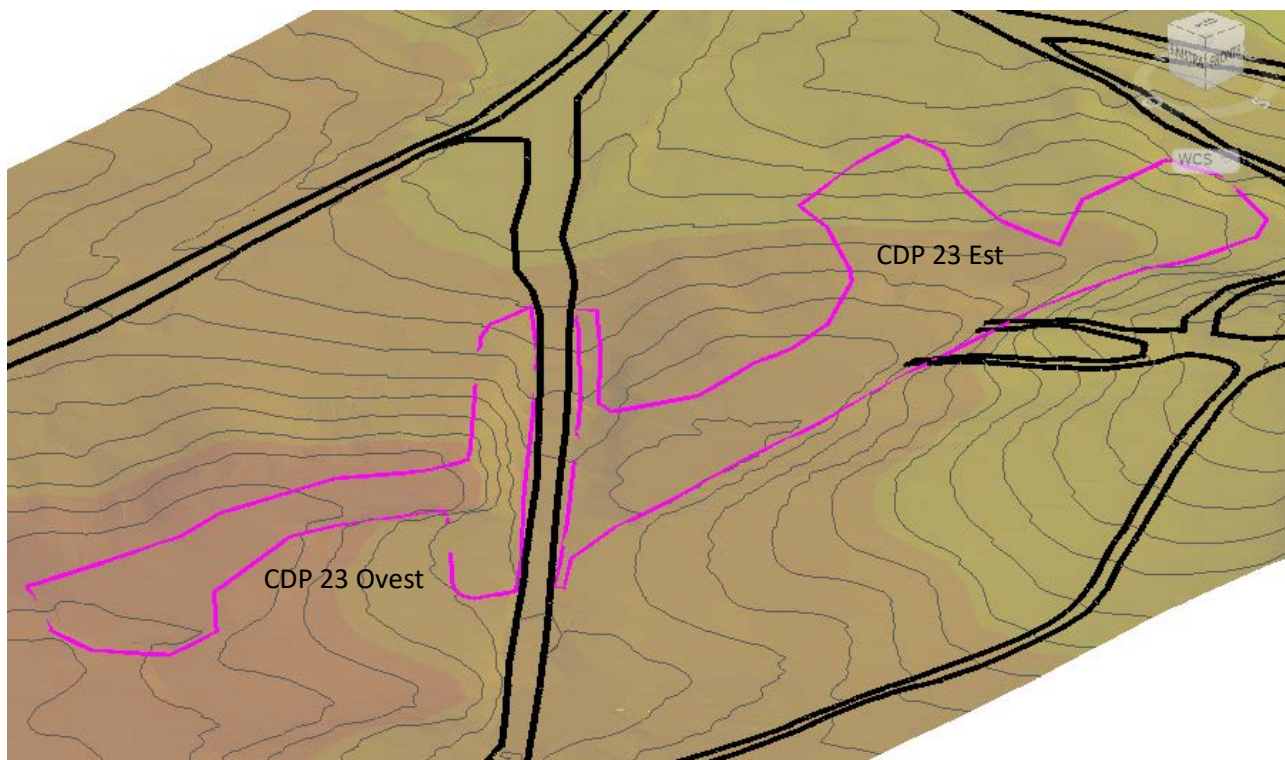


FIGURA 60 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CDP CP23 (VISTA DA SO)

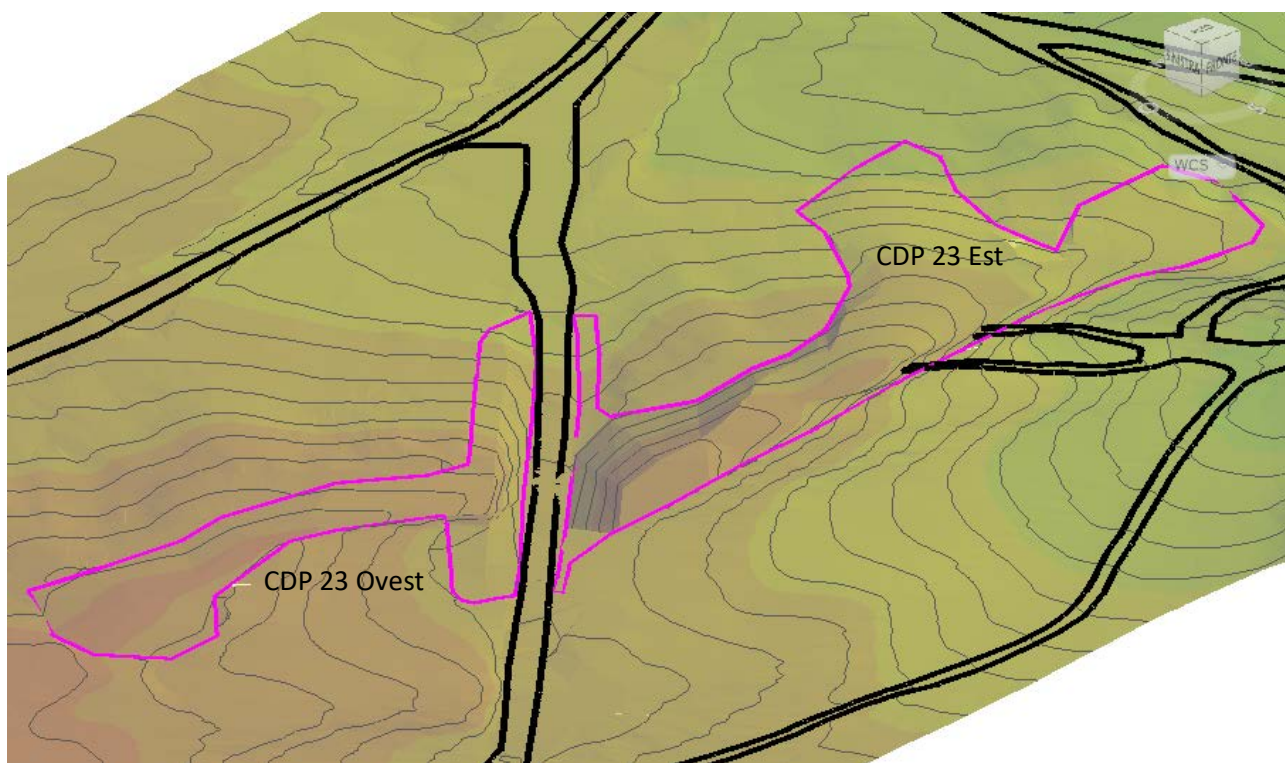


FIGURA 61 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO CDP CP23 (VISTA DA SO)

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 1.200 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con

l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 3.790 mq (totale superficie di intervento 4.990 mq).

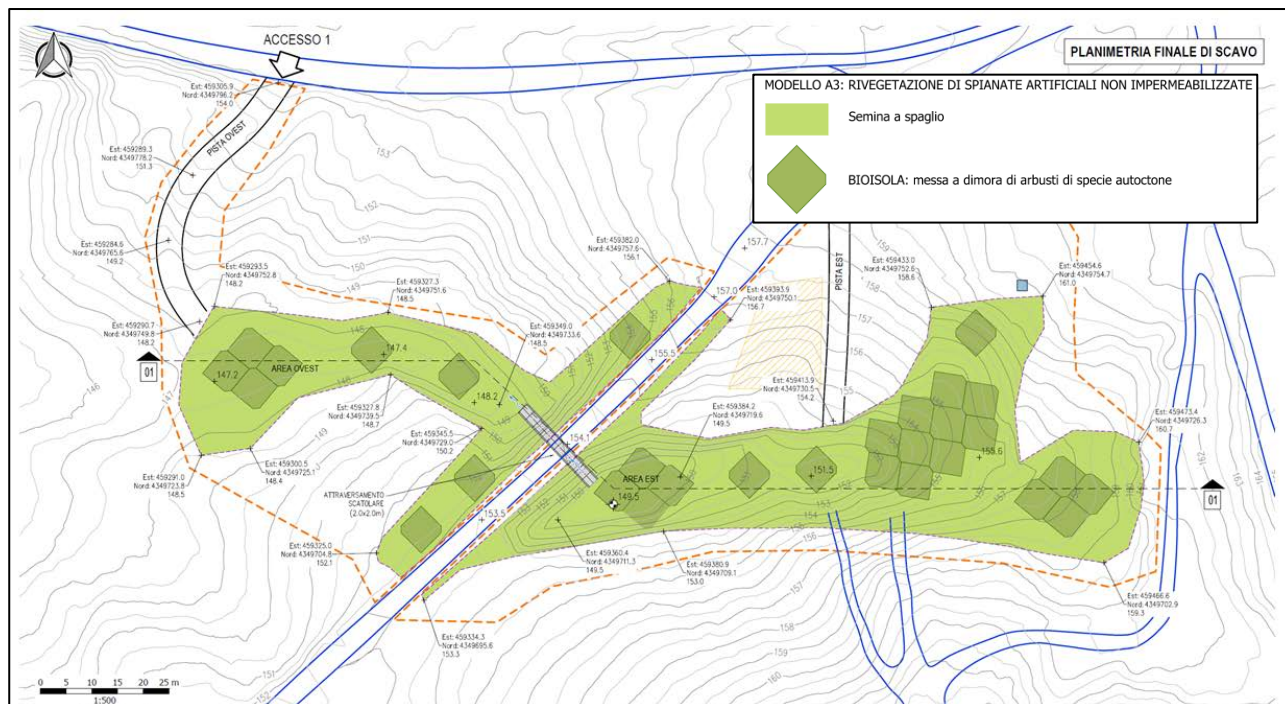


FIGURA 62 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL Cdp 23 DI CAMPO PISANO

Centro di rimozione sterili minerari di Monte Agruxau

Nell'area mineraria di Monte Agruxau sono stati individuati 5 bacini sterili e 8 discariche minerarie. Gli abbancamenti di sterili si trovano dislocati nelle aree limitrofe alle attuali strutture abitative di Monte Agruxau, a ridosso della pineta Bindua, a monte e a valle della S.S. 126.

Il Progetto Definitivo ha previsto la rimozione di due bacini "sterili", aventi identificativi CdP 9 e CdP 13.

Nell'area di Monte Agruxau è prevista pertanto la rimozione di 93.035 m³ di depositi minerari e mineralurgici (di cui 57.800 m³ dal CdP MA9 e 35.235 m³ del CdP MA13). Nella seguente Tabella 3 si riporta un confronto delle volumetrie dei CdP

TABELLA 3 COMPUTO RIFIUTI DA ASPORTARE DALL'AREA DI MONTE AGRUXAU

	Volumi da stima PD	Volumi da modellazione PE	Volume scavo progetto
MA-9	137.351	109.000	57.800
MA-13	39.414	31.000	35.235
TOTALI	176.765	140.000	93.035

I sopralluoghi eseguiti hanno evidenziato come il CdP MA9 sia raggiungibile da un'unica viabilità di cantiere che, in assenza di significativi ed importanti interventi di adeguamento, non permette il transito in simultanea su entrambi i sensi di marcia.

La rimozione di sottoservizi e/o manufatti interrati e il decommissioning e/o messa in sicurezza degli edifici e delle strutture interferenti con le opere di scavo dovrà essere eseguita prima dell'avvio dei lavori a cura e spese di IGEA S.p.A.

Si riportano di seguito, per ogni CdP le informazioni essenziali.

Centro di Pericolo MA9

Rispetto al progetto definitivo, nel CdP MA9 sarà mantenuto in toto l'argine con allineamento N-S che delimita il fianco occidentale del CdP e sarà sistemata la viabilità attualmente esistente in sommità al medesimo argine, che permetterà di raggiungere, per tutta la durata del cantiere, il piazzale presente (e da adeguare) in corrispondenza dell'intersezione tra i due argini. Tale piazzale verrà utilizzato prevalentemente nelle operazioni di rimozione di parte del corpo arginale ortogonale alla vallecola.

Il mantenimento dell'argine occidentale, rispetto alle previsioni di progetto definitivo deriva dalle seguenti assunzioni:

- mantenimento di una viabilità di servizio e manutenzione lungo il fianco orientale del CdP;
- mantenimento dello spartiacque, ormai consolidato, che delimita due vallecole all'interno di ciascuna delle quali è censito un ramo del reticolo idrografico minore della RAS (EL_ID_125172 identificativo del ramo che solca il CdP MA09 ed EL_IDR_125174 quello del ramo che si sviluppa a W dell'argine occidentale di delimitazione del sito oggetto di intervento). A seguito di questa assunzione, il reticolo idrografico minore non subisce alterazioni del proprio regime idrico.

Quanto sopra esposto evidenzia come la rimozione dei depositi minerari e mineralurgici prevista dalla progettazione definitiva è stata revisionata alla luce del modello di sottosuolo elaborato a seguito delle indagini integrative: le stesse hanno infatti mostrato come tutta la cresta sulla quale passa l'attuale strada di accesso al cantiere è costituita da depositi. La rimozione di questa porzione di depositi avrebbe portato a 1) una profonda modifica dell'assetto morfologico e idraulico dell'area e 2) alla distruzione dell'unica pista utile per l'accesso di mezzi all'area per interventi manutentivi.

Le attività di scavo saranno eseguite attraverso la rimozione di successivi strati orizzontali approfondendosi fino a raggiungere il bedrock o le quote di progetto relative alla configurazione finale proposta e al contempo operando alla sistemazione e stabilizzazione dei versanti attribuendo a questi, laddove sarà possibile raggiungere il substrato, le pendenze originarie del versante, mentre a ridosso degli argini a sostegno della viabilità, pendenze stabili definite in base alle caratteristiche geotecniche dei materiali costituenti i rilevati stessi.

A completamento degli interventi, in questo CdP saranno realizzate opere a sostegno e sviluppo della viabilità di servizio e manutenzione del sito, oltre che opere ed interventi mirati a gestire il deflusso delle acque meteoriche che si riversano all'interno della vallecola stessa e al contempo che garantiscano la continuità al deflusso delle acque ordinarie e non del reticolo idrografico che solca la vallecola in cui sorge il CdP.

Nelle immagini seguenti sono riportate le ricostruzioni 3D dello stato di fatto e dello stato di progetto.

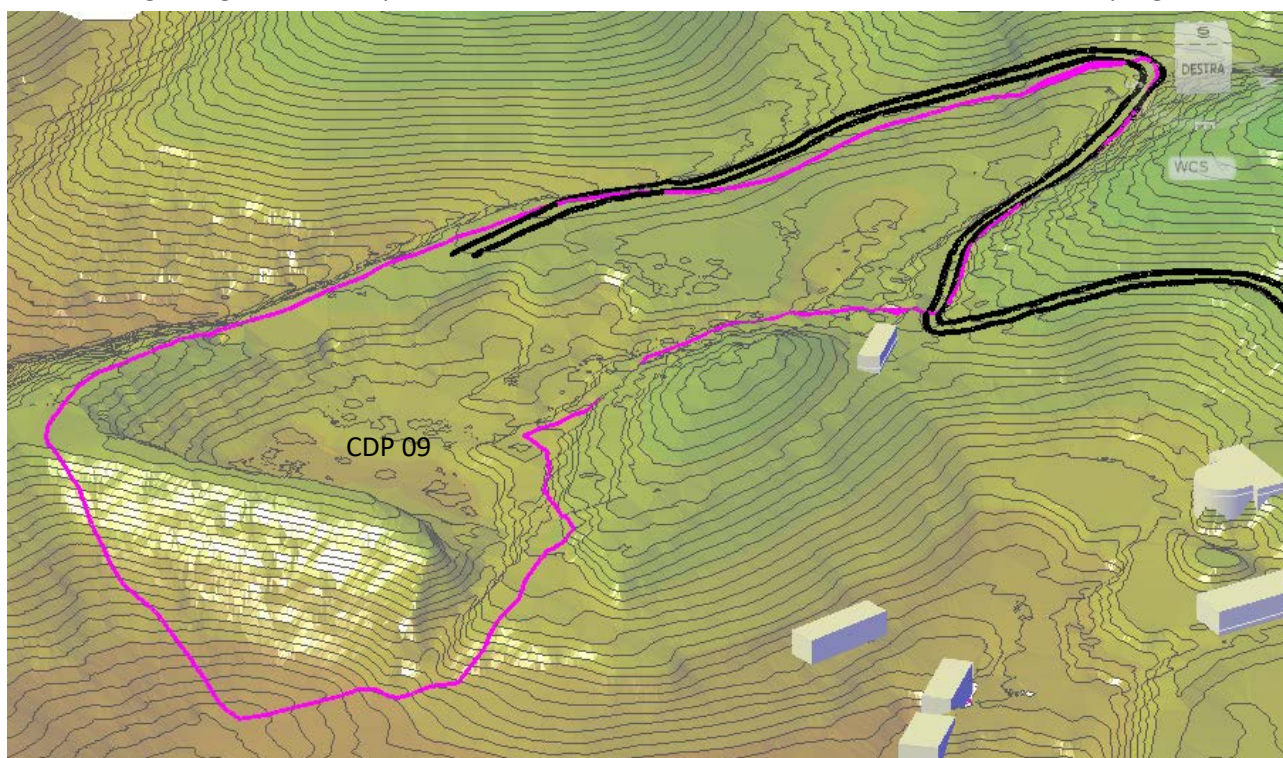


FIGURA 63 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CdP MA9 (VISTA DA E)

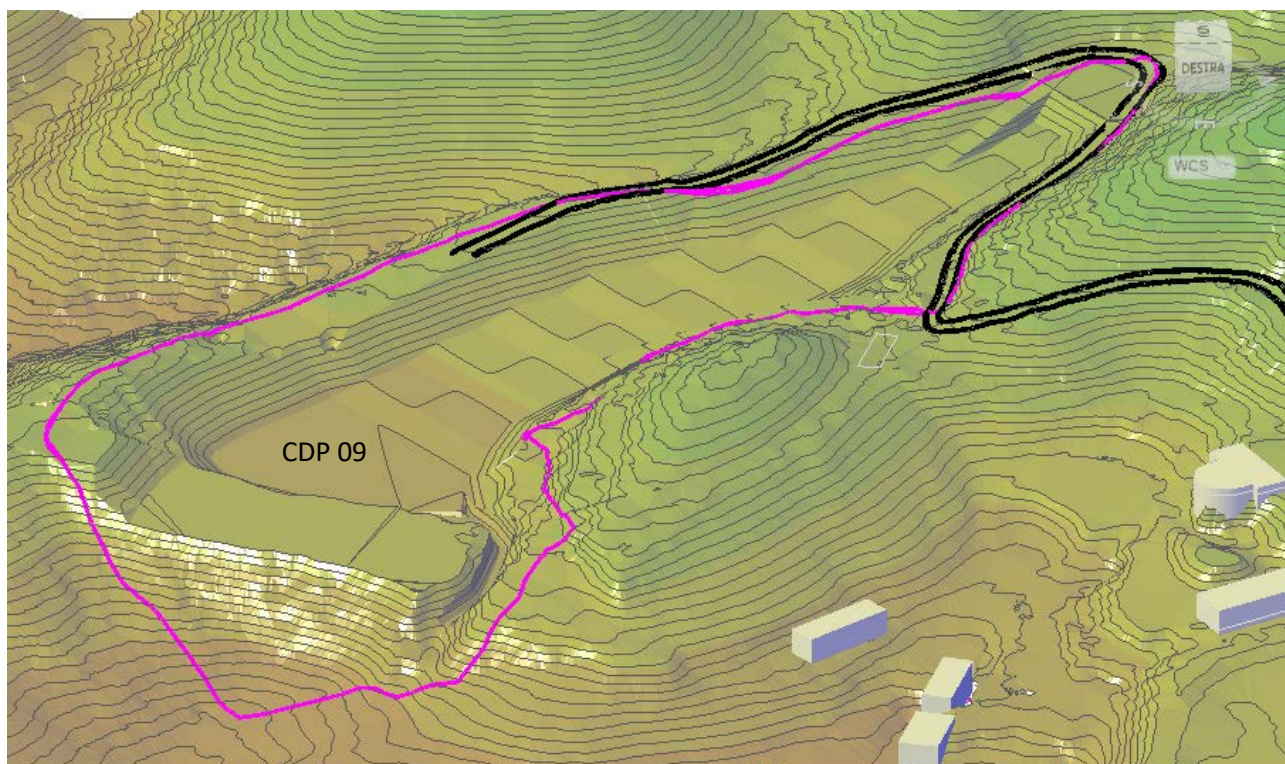


FIGURA 64 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO – FASE 1 Cdp MA9 (VISTA DA E)

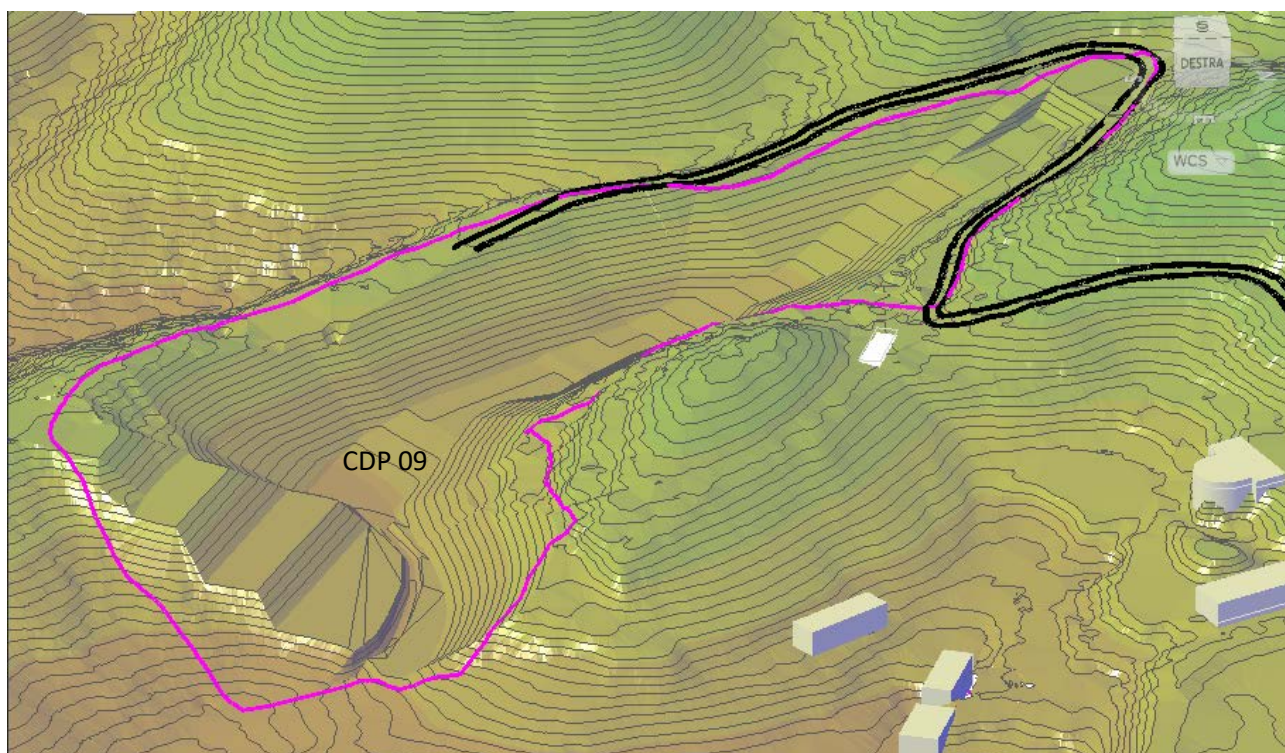


FIGURA 65 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO – FASE 2 Cdp MA9 (VISTA DA E)

In merito alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 720 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di non inserire elementi spiccatamente arborei per coerenza con l'attuale assetto dei luoghi e le sistemazioni finali. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 3.530 mq (totale superficie di intervento 4.250 mq). Inoltre, si prevedono 11.300 mq da destinarsi a impianti (6.080 mq) e semine (11.300 mq).

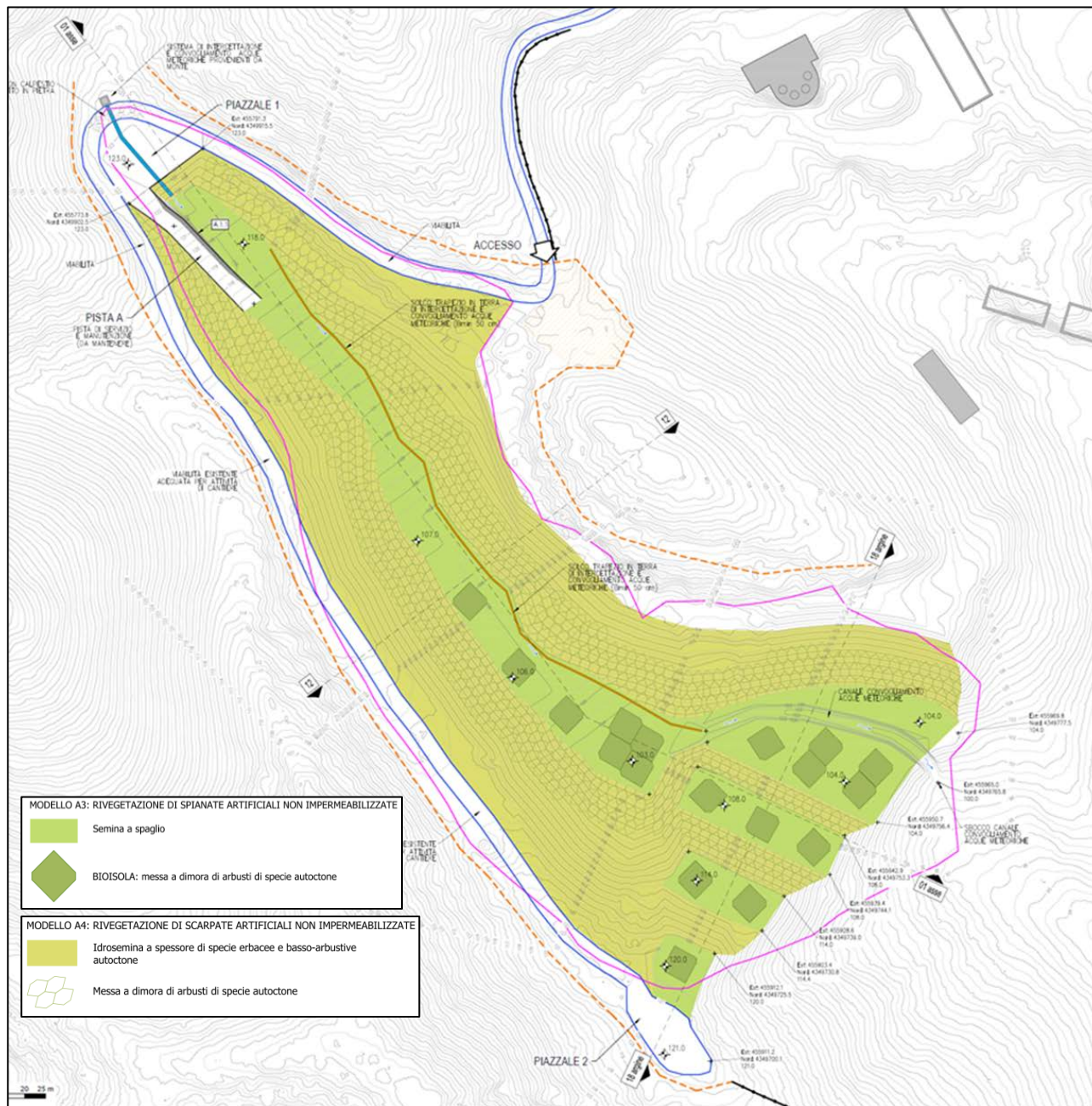


FIGURA 66 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CdP 9 DI MONTE AGRUXAU

Centro di Pericolo MA13

Il volume complessivo di scavo a seguito della modellazione del terreno è pari a 35.235 m³.

La rimozione degli sterili dal CdP 13 avverrà per strati regolari procedendo da Nord/Est in direzione Ovest – Sud/Ovest, formando fronti di avanzamento di 2,00 / 2,50 m di profondità. Lo scavo dovrà proseguire fino

al raggiungimento dell'interfaccia terreno/substrato roccioso; nella zona più depressa del CdP è previsto il raggiungimento di una quota di 109,80 m slm.

In questo sito gli interventi di completamento sono relativi alla gestione delle acque meteoriche, provenienti dai versanti di monte all'interno dell'area di scavo, che verrà gestito tramite un sistema di intercettazione delle acque meteoriche di ruscellamento tramite fossi di guardia in terra posizionati lungo il confine lato Nord ed Est del CdP. Il terreno di risulta per la realizzazione dei fossi verrà trasportato all'interno del Sito di Raccolta.

Nelle immagini seguenti sono riportate le ricostruzioni 3D dello stato di fatto e dello stato di progetto.

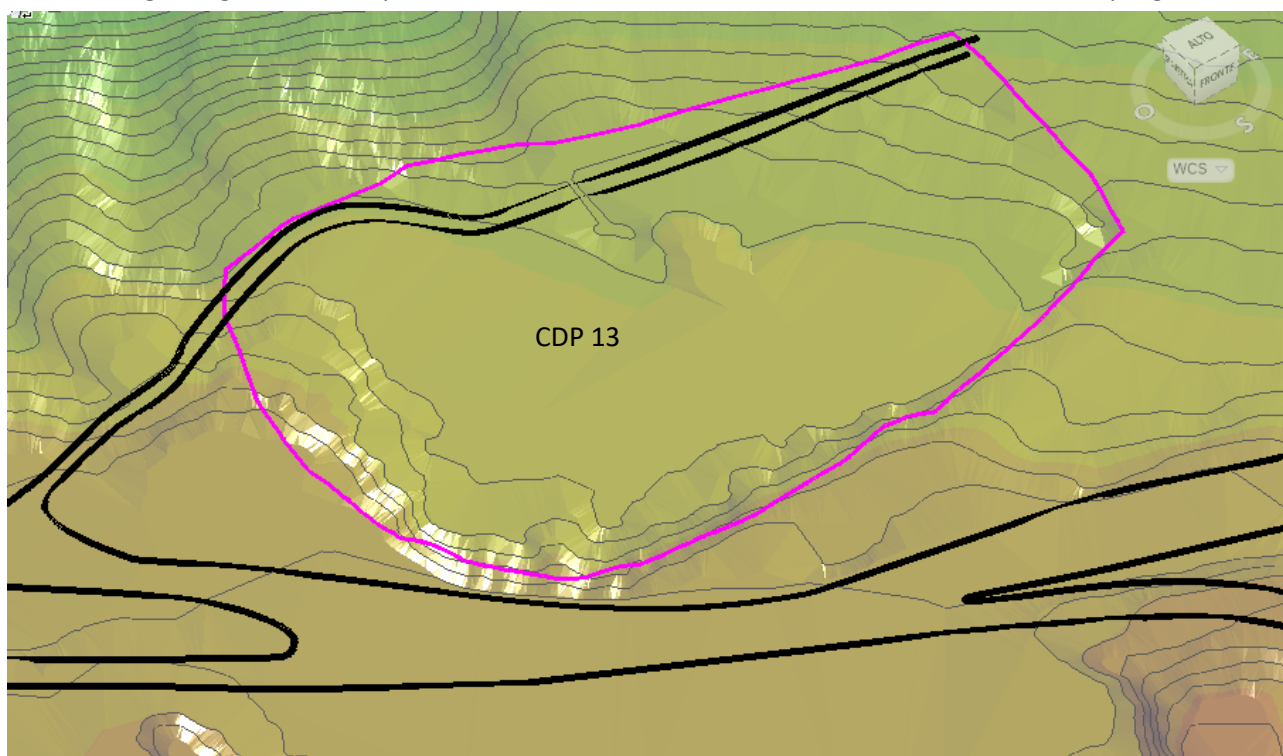


FIGURA 67 VISTA 3D DELLO STATO DI FATTO CdP MA13 (VISTA DA SO)

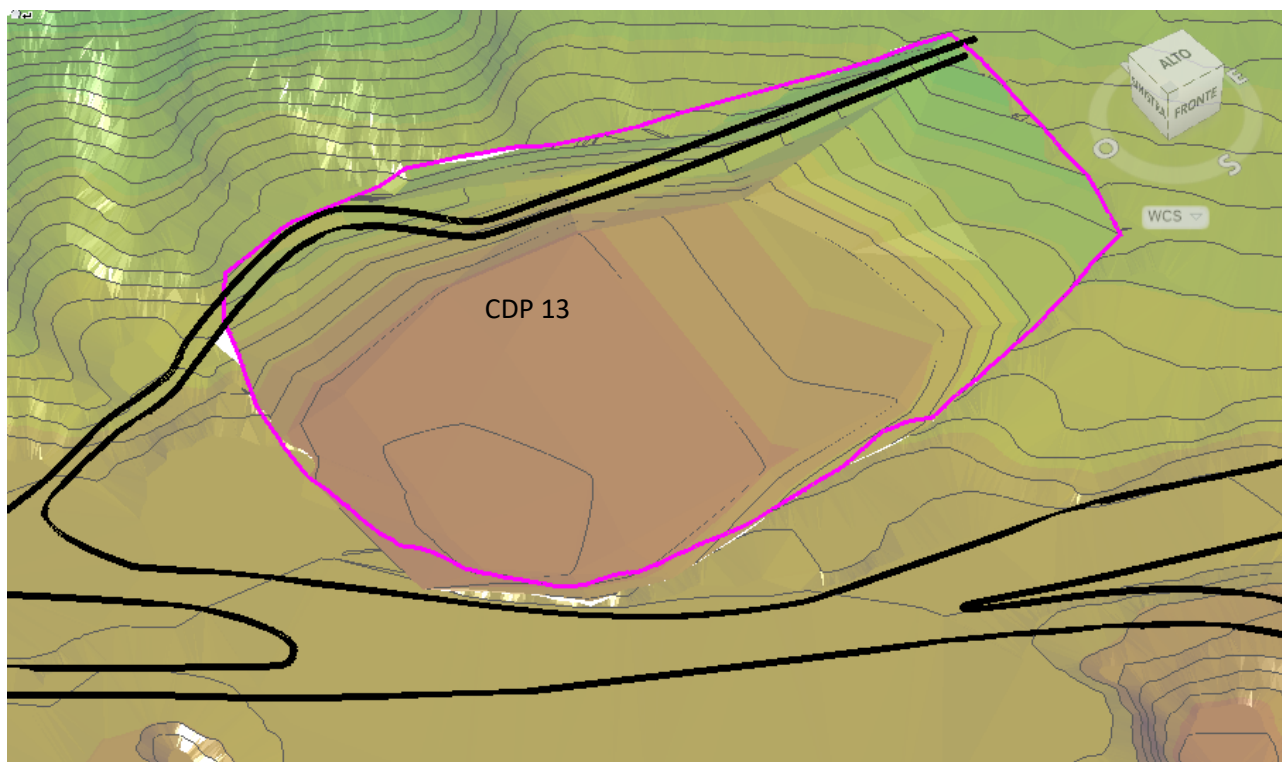


FIGURA 68 VISTA 3D DELLO STATO DI PROGETTO CdP MA13 (VISTA DA SO)

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 2.520 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di inserire elementi arborei e alto arbustivi in coerenza con l'assetto ecologico attuale delle aree di intervento e di contesto ambientale. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 7.715 mq (totale superficie di intervento 10.235 mq).



FIGURA 69 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CdP 13 DI MONTE AGRUXAU

Centro di rimozione sterili minerali di Seddas Moddizis

Le indagini effettuate nell'area, in sede di progettazione definitiva, evidenziarono la presenza 18 centri di pericolo e 18 aree degradate.

Oltre alla rimozione dei materiali contaminanti presenti, da monte verso valle, nei CdP SM33/34/35/36 si procederà all'asportazione di tutti gli sterili mineralurgici presenti nell'intorno dei ruderi dell'impianto, nel CdP SM5 e nella discarica mineraria CdP SM32, come stabilito da Progetto Definitivo.

Si riportano di seguito, per ogni CdP le informazioni essenziali.

Centro di pericolo SM5

Presso il CdP SM5 è stata rilevata la presenza, all'interno ed in adiacenza all'area perimetrata da Progetto Definitivo di diversi manufatti antropici fra cui importanti strutture riconducibili alle attività estrattive e mineralurgiche svolte in questo sito. I manufatti si trovano generalmente in uno stato di avanzato degrado dovuto allo stato di abbandono in cui si trovano da diverso tempo. Inoltre, alcuni di essi sono del tutto o in parte interrati dai cumuli di materiali che caratterizzano la discarica.

La simulazione della rimozione per strati dei residui mineralurgici ha portato ad una stima dello spessore dei rifiuti pari a 7,5 m. La volumetria stimata per questo abbancamento è di **25.020 m³**.

Lungo il versante della discarica è presente una diffusa componente vegetazionale costituita dalla specie endemica *Limonium merxmulleri* e da alcuni elementi arborei che dovranno essere preventivamente trattati secondo le indicazioni contenute nella relazione specialistica di rinaturalizzazione.

In merito ai volumi di scavo, in considerazione anche delle risultanze dei sondaggi eseguiti in questo CdP in fase di progettazione definitiva e delle SCPT eseguiti in fase esecutiva, non hanno aggiunto dati significativi per l'affinamento del modello geologico e la ricostruzione del substrato locale. Per i motivi descritti, per il CdP SM5 al fine della Progettazione Esecutiva saranno utilizzati i volumi stimati nel Progetto Definitivo, ca. 12.510 m³.

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 400 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà; fra essi si è scelto di inserire elementi arbustivi in coerenza con l'assetto ecologico attuale delle aree di intervento e di contesto ambientale.

La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 720 mq; si prevedono inoltre 4.596 mq da destinarsi a idrosemina in prossimità dei settori ad acclività maggiore (totale superficie di intervento 5.716 mq).

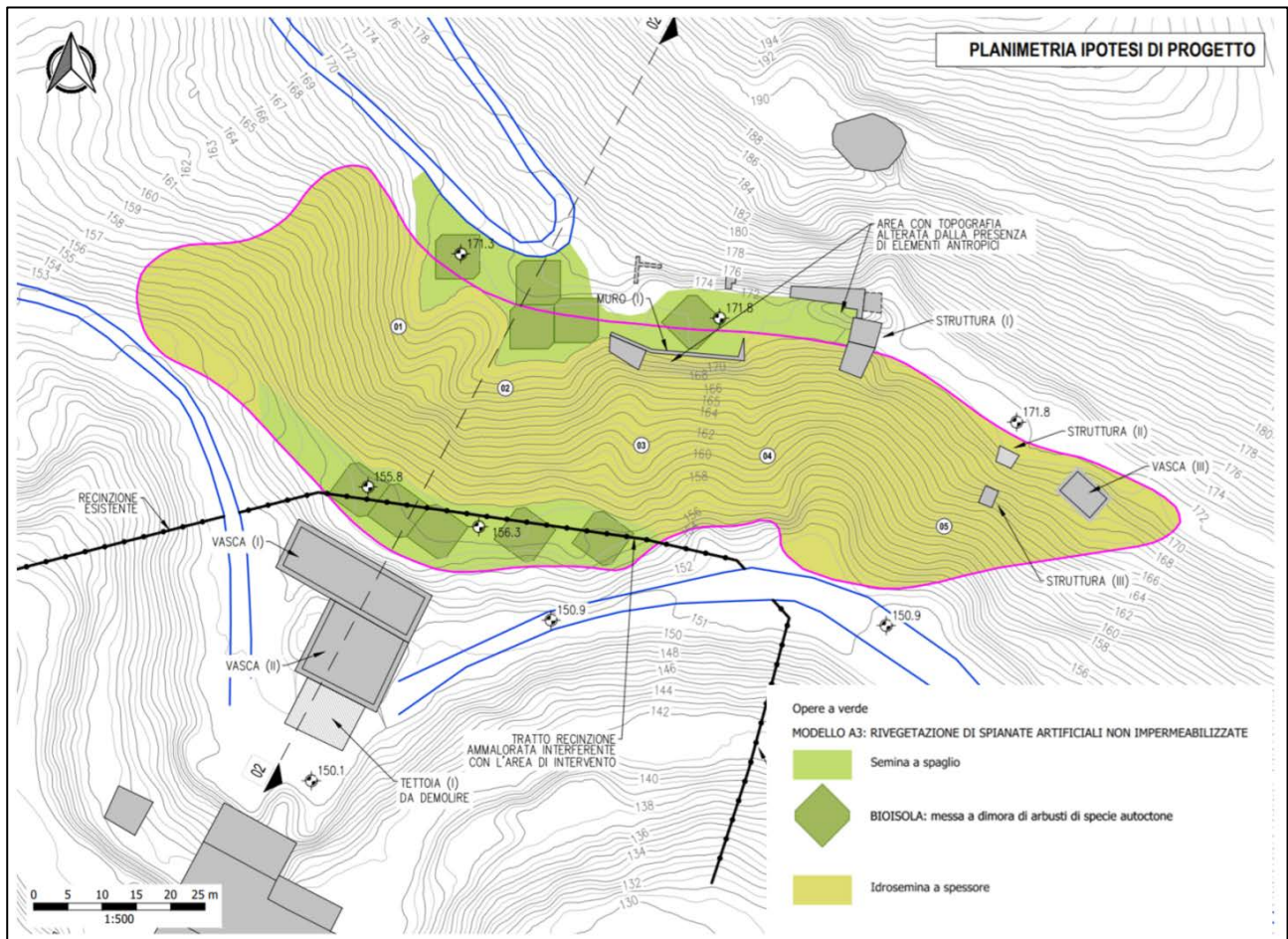


FIGURA 70 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CdP 5 DI SEDDAS MODDIZIS

Centro di pericolo SM32

Il CdP SM32 è caratterizzato dalla presenza in superficie di materiali grossolani, prevalentemente blocchi pluri-decimetrici, dilavati e con presenza subordinata di materiale più fine (ghiaioso-sabbioso) nelle porzioni non direttamente esposte in superficie. Il substrato è costituito da alternanze di metarenarie, metasiltiti e metapeliti della F.ne di Nebida con giacitura media N0 45°/35°.

Il riempimento della parte interna valliva appare complesso e stratificato, ovvero il risultato di riempimenti successivi, adagiati uno sull'altro e rielaborati su entrambi i versanti.

Tra questi, i corpi più voluminosi sono i due lobi presenti sul fianco Ovest, che si appoggiano rispettivamente sul pianoro basale a quota circa 150 m slm e sulla strada carrabile di base.

Sulla base delle giaciture rilevate dell'ammasso roccioso sul fondovalle e nella parte alta del versante e dell'orientazione della valletta in cui si inserisce il CDP, non è possibile escludere che i depositi del versante lato Ovest sottendano bancate rocciose con profilo complesso e non lineare e non già depositi naturali di versante con raccordo uniforme con il fondovalle.

La restante parte dei depositi di discarica mineraria nel settore Nord e sul fianco Est è poco organizzata, non presente evidenti strutture localmente appare rielaborata per escavazione.

Per quanto riguarda il settore di SW, seppur sia stato trovato un affioramento verso Ovest nella quale è evidente che almeno in quella posizione i depositi si appoggiano direttamente sui terreni naturali di versante, ma non vi sono indicazioni utili per poter effettuare una stima dello spessore.

Il volume dei depositi minerari presenti nel CdP SM32 è stato stimato a seguito delle elaborazioni dei dati derivanti dalle indagini integrative in 58.960 m³. Si sottolinea come questo volume sia notevolmente maggiore rispetto a quello stimato nel Progetto Definitivo (che era stato calcolato senza l'esecuzione di sondaggi), che ammontava a 19.527 m³.

Il volume che potrà essere operativamente rimosso dal CdP SM32 ammonta a 51.300 m³.

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 2.120 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 4 differenti varietà. La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 9.560 mq, mentre le superfici più acclivi da destinarsi a rinverdimento tramite idrosemina sono pari a 8.720 mq (totale superficie di intervento 20.400 mq).



FIGURA 71 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 32 DI SEDDAS MODDIZIS

Centri di pericolo SM33÷36

I Cdp SM 33÷36 occupano in continuità, da monte verso valle, il fondovalle del Rio s’Ena Terra Segada; tali Cdp, nell’ambito del Progetto Esecutivo, sono trattati come un unico sito sul quale intervenire per la rimozione degli sterili.

In particolare, i Cdp SM33, SM34 e SM35 occupano la porzione di fondovalle del Rio S’Ena Terra Segada, a partire dal vecchio impianto e proseguendo in sponda idrografica sinistra la carrabile verso Gonnesa strada comunale Gutturu Carboni.

I CdP costituiscono degli accumuli, di spessore variabile (fino ad uno spessore massimo di 13-15 m nel CdP SM33), realizzati in appoggio diretto sui sottostanti depositi alluvionali naturali (sia di versante sia fluviali) e, presumibilmente, anche su roccia per quelle porzioni localmente adiacenti al fianco del versante montuoso a Sud.

Attualmente, i CdP sono privi di opere di contenimento e stabilizzazione e la loro superficie topografica, molto articolata, è esposta all'azione erosiva e di trasporto da parte delle acque meteoriche di corrivazione superficiale.

L'azione di dilavamento a cui sono stati sottoposti i CdP SM36/35/34 ha causato la parziale chiusura, ormai quasi totale, della sezione di deflusso del Rio S'Ena Terra Segada, fenomeno che continua ancora oggi: lo spessore dei depositi è maggiore a monte e si assottiglia, lungo la linea di deflusso, proseguendo verso valle.

Il volume dei depositi minerari da rimuovere nei CdP SM33÷36 è stato revisionato in funzione di un'analisi critica delle stratigrafie di sondaggio e delle relative concentrazioni dei contaminanti

Il volume che potrà essere operativamente rimosso dai CdP SM33÷36 ammonta a:

- CdP 33: 63.920 m3 (PD: 70.856 m3)
- CdP 34: 82.510 m3 (PD: 43.596 m3)
- CdP 35: 23.370 m3 (PD: 29.995 m3)
- CdP 36: 4.870 m3 (PD: 17.430 m3).

In riferimento alle opere di rinaturalizzazione, si prevedono 9.800 mq da destinarsi a impianti eterogenei con 6 differenti varietà; fra essi si è scelto di inserire elementi arborei e arbustivi in coerenza con l'assetto ecologico attuale delle aree di intervento e di contesto ambientale. Per i soli CdP 33, 34 e 35 si è proceduto alla definizione di 2 varietà di bioisola contenenti entità floristiche affini alla affermazione di formazioni pseudosteppiche che possano favorire la specie *Brachypodium retusum*.

La superficie destinata a semina a spaglio è pari a 22.700 mq (totale superficie di intervento 45.960 mq), mentre per i CdP 33 e 36 si prevede la piantumazione di entità floristiche erbacee e basso-arbustive prodotte da germoplasma locale su una superficie di circa un ettaro.

Nei CdP 33 e 36 è previsto inoltre l'impianto di specie floristiche a partire da germoplasma locale geneticamente compatibile per i siti di inserimento e raccolto in siti idonei individuati nel territorio dell'Iglesiente.

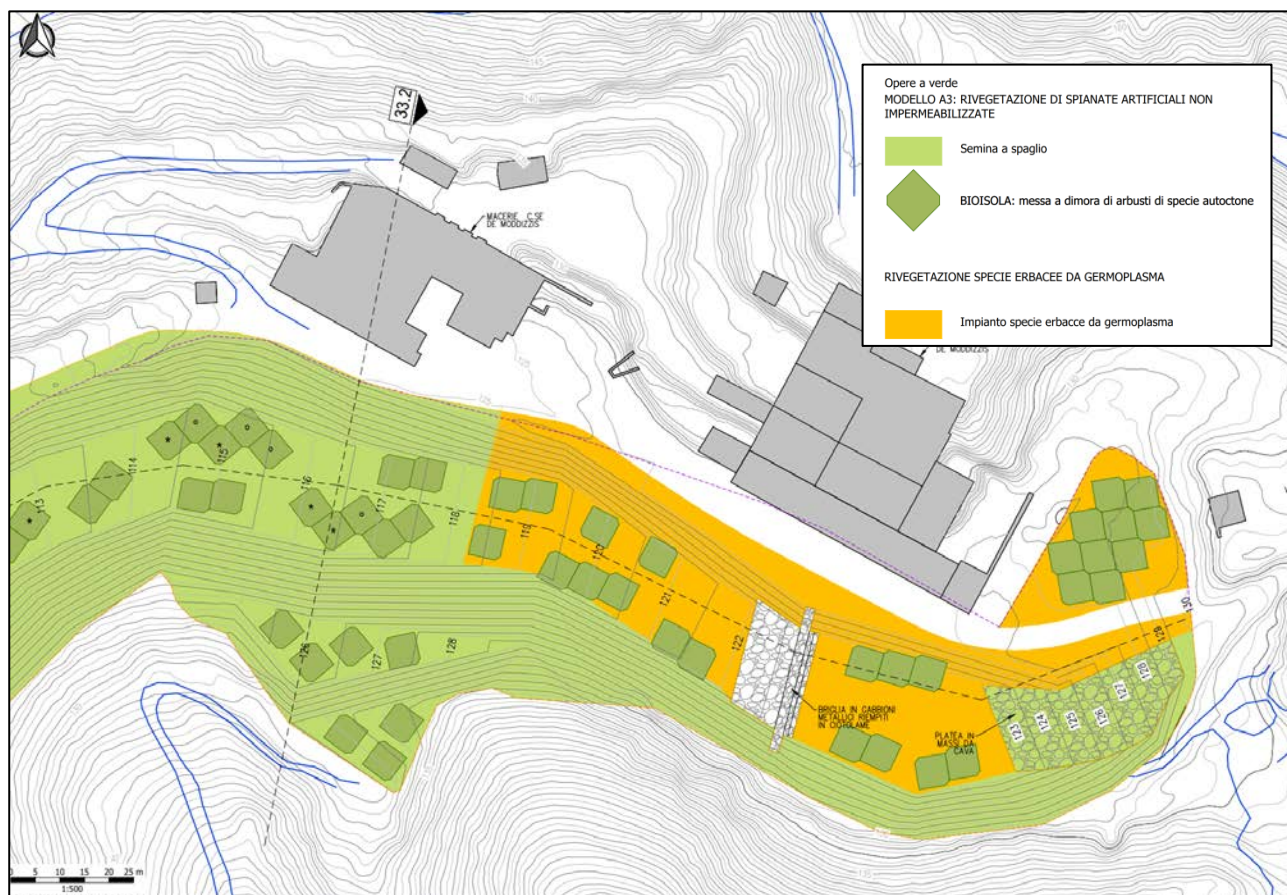


FIGURA 72 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 33 DI SEDDAS MODDIZIS

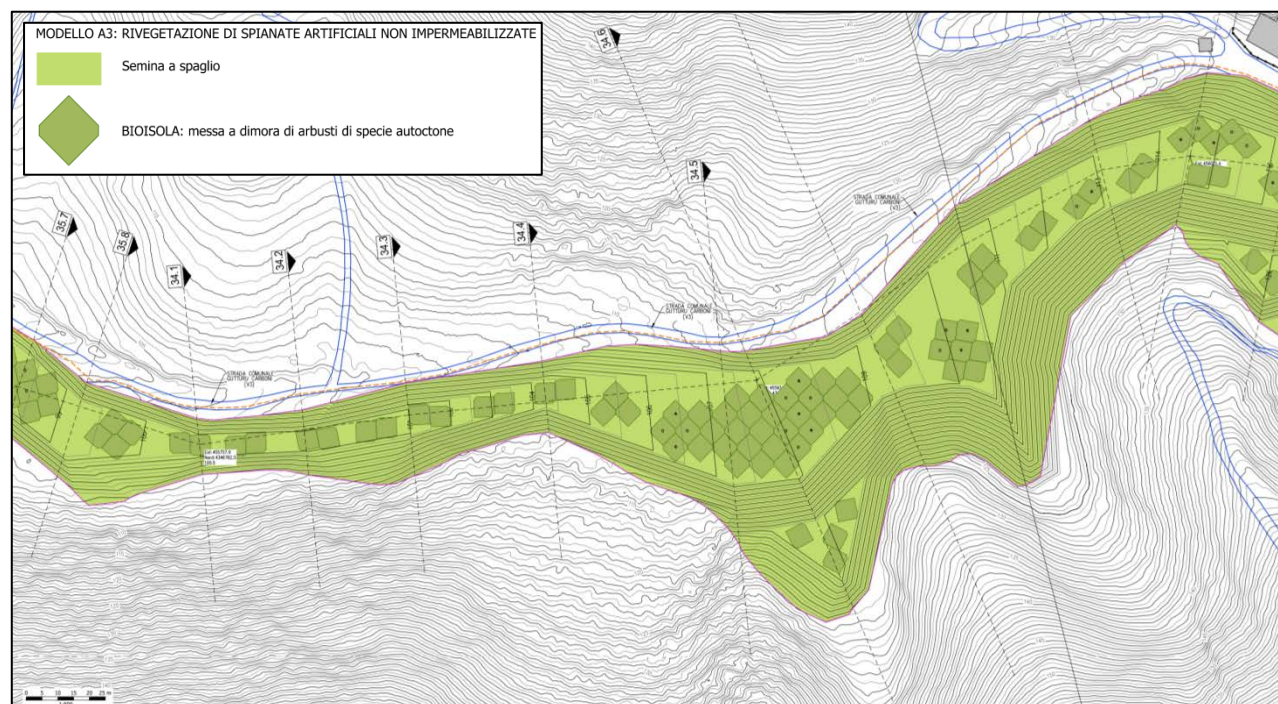


FIGURA 73 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 34 DI SEDDAS MODDIZIS

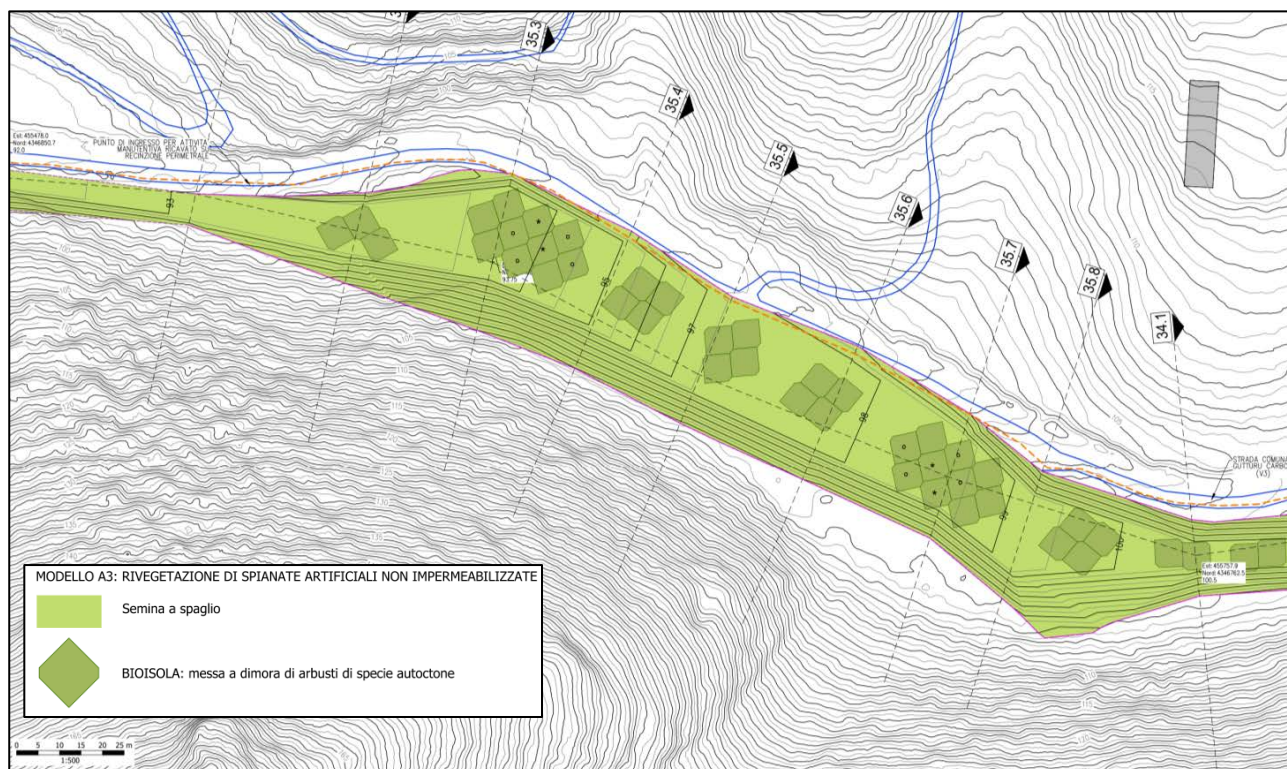


FIGURA 74 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 35 DI SEDDAS MODDIZZIS

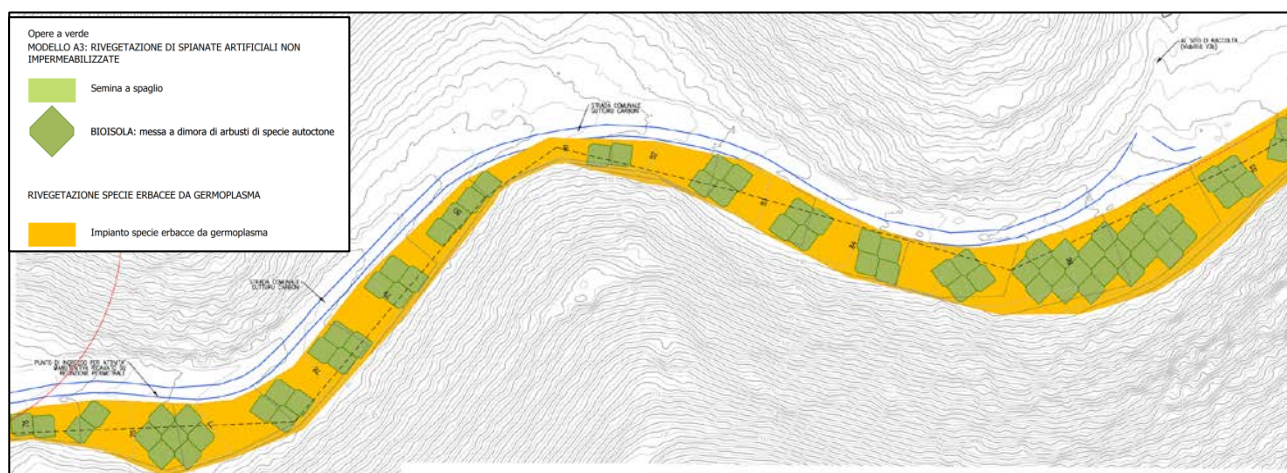


FIGURA 75 PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI DI RINATURAZIONE DA EFFETTUARSI NEL CDP 36 DI SEDDAS MODDIZZIS

2.4.4 CENTRO DI RIMOZIONE STERILI MINERARI DELL'ALVEO DEL RIO SAN GIORGIO

La sistemazione idraulica del rio San Giorgio è uno degli interventi previsti nel progetto definitivo approvato con Ordinanza Commissariale del 20.12.2012. Il progetto generale è finalizzato principalmente alla realizzazione di un sito di raccolta e alla rimozione dei detriti mineralurgici prodotti dalle attività estrattive in oltre 30 aree (centri di pericolo). Quindici (15) di queste aree interessano direttamente il rio San Giorgio e alcuni suoi affluenti.

Nell'ambito dei successivi approfondimenti progettuali e indagini di dettaglio (tra cui rilevamenti di dettaglio mediante Laser-Scanner; ulteriori indagini integrative rispetto alla caratterizzazione e profondità dei sedimenti dovranno essere svolte in accordo a quanto previsto dal Progetto Definitivo e così come

approvato dalla VIA in sede ulteriori approfondimenti progettuali), sono emersi nuovi elementi riguardanti le caratteristiche delle aree e la loro evoluzione degli ultimi anni, fatto che ha comportato alcune varianti relative alla sistemazione idraulica del rio (non prevista precedentemente), derivanti in particolare dalla necessità di garantire la compatibilità idraulica degli interventi di rimozione degli sterili di miniera lungo l'alveo. Sono state pertanto previste opere trasversali in pietrame costituite da briglie in gabbioni e mantellate al piede fatte di massi naturali di adeguate dimensioni, non legati, necessari per ridurre in alcuni tratti principali la pendenza longitudinale dell'alveo e contenere quindi le velocità delle correnti di piena, al fine, anche, di ridurre il fenomeno di erosione delle superfici e il volume dei solidi trasportati; inoltre, le modeste velocità delle correnti di magra comporteranno un aumento dei tempi di contatto delle acque con la vegetazione presente in alveo e nelle aree golenali, favorendo così il processo fitodepurativo.

Oltre la rimozione di 350'000 m³ di materiale, il progetto prevede anche il ripristino dell'andamento altimetrico dell'alveo, ricostruendo il suo profilo mediante riempimenti parziali delle aree scavate al fine di ottenere, a lavori ultimati, un profilo idraulico funzionale, saranno evitati tratti in contropendenza che potrebbero dar luogo a piccoli invasi. Le modalità esecutive prevedono che la configurazione finale sia raggiunta subito dopo le operazioni di scavo. Lungo il tracciato, che resterà praticamente uguale a quello attuale, sono previste alcune opere trasversali aventi due obiettivi:

- fissare il profilo in alcune sezioni in modo da controllare i processi erosivi e di deposito;
- attenuare le pendenze in alcuni tratti in modo da ridurre la velocità della corrente e aumentare al tempo stesso i tempi di contatto delle acque con la vegetazione presente in alveo e nelle aree golenali, favorendo così il processo fitodepurativo.

In sintesi, i lavori previsti sono:

- scavi nella sede fluviale per la rimozione degli sterili di miniera;
- riempimenti con materiali inerti per la risagomatura finale del profilo e delle sezioni dell'alveo;
- realizzazione di salti di fondo mediante opere trasversali costituite da briglie in gabbionate di pietrame;
- realizzazione di mantellate di massi naturali in pietra da porre al piede di ciascuna briglia;
- opere provvisorie, opere a verde e finiture.

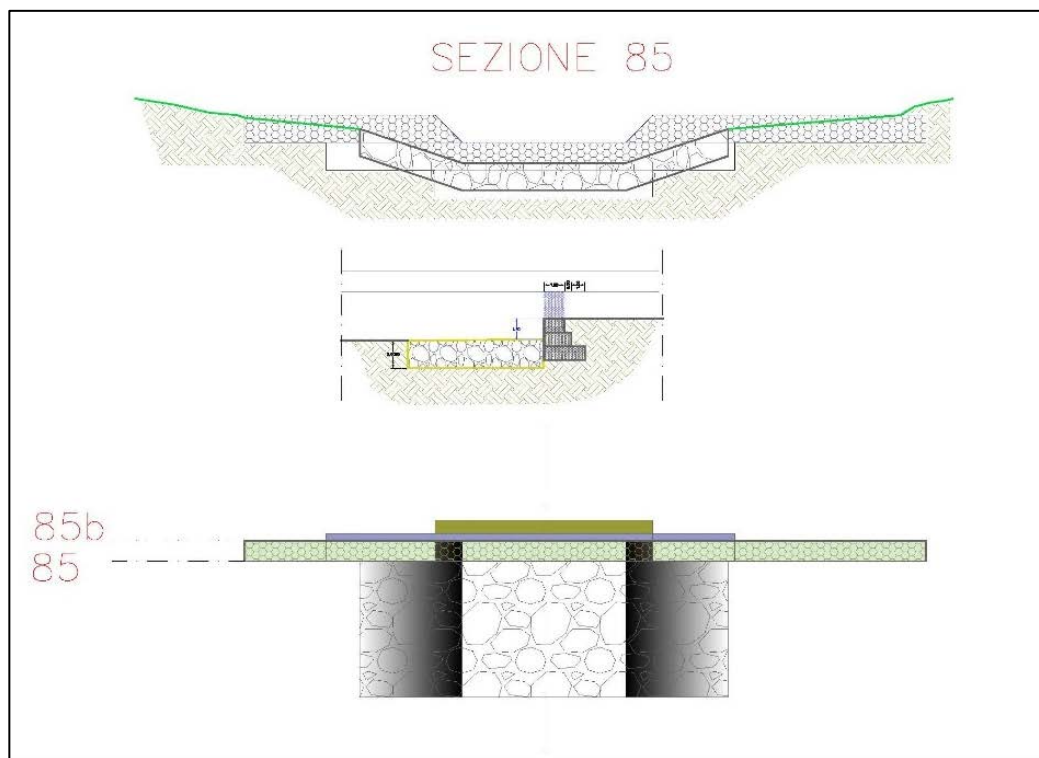


FIGURA 76 RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DI BRIGLIA E PLATEA DI MASSI NATURALI

SISTEMAZIONE DEL RIO SAN GIORGIO - BRIGLIE E GUADI									
SEZIONE	DISTANZA PROGRESSIVA (m)	QUOTA TERRENO (m)	LUNGHEZZA m		QUOTE STRUTTURA m s.l.m.m.			ALTEZZA STRUTTURA m	
			GAVETA	TOTALE	FONDO	GAVETA	ALI	GAVETA	ALI
85b	7702.52	144.27	12.00	50.00	139.18	143.18	145.18	4.00	6.00
84b	7590.95	140.92	12.00	55.00	136.89	140.89	142.89	4.00	6.00
62b	5334.30	103.56	12.00	68.00	100.34	103.34	105.34	3.00	5.00
60b (G)	5241.62	101.84	12.00	40.00	97.90	101.40	102.90	3.50	5.00
59b	5199.78	99.59	12.00	50.00	95.01	98.51	100.01	3.50	5.00
55b	4665.78	92.79	12.00	54.00	88.64	92.14	93.64	3.50	5.00
54.2b	4516.55	91.49	12.00	50.00	85.90	89.40	90.90	3.50	5.00
50b	4225.14	85.23	12.00	34.00	81.24	84.74	86.24	3.50	5.00

Il profilo finale del fondo alveo è impostato intenzionalmente con andamento rettilineo e orizzontale; in tal modo sarà la stessa azione dell'acqua nel corso delle stagioni, a generare all'interno dell'alveo una savanella più o meno meandriforme, comunque irregolare, che conferirà al corso idrico un aspetto "naturale". Le tipologie delle sezioni di scavo sono state scelte in base alle pendenze naturali del terreno e in fase di progetto esecutivo, alla luce dei risultati delle indagini integrative, potranno essere suscettibili di modifiche. Quella che non dovrà essere modificato è la configurazione dell'alveo della sistemazione finale di progetto, per la quale è stata verificata la compatibilità idraulica mediante studio su modello numerico.

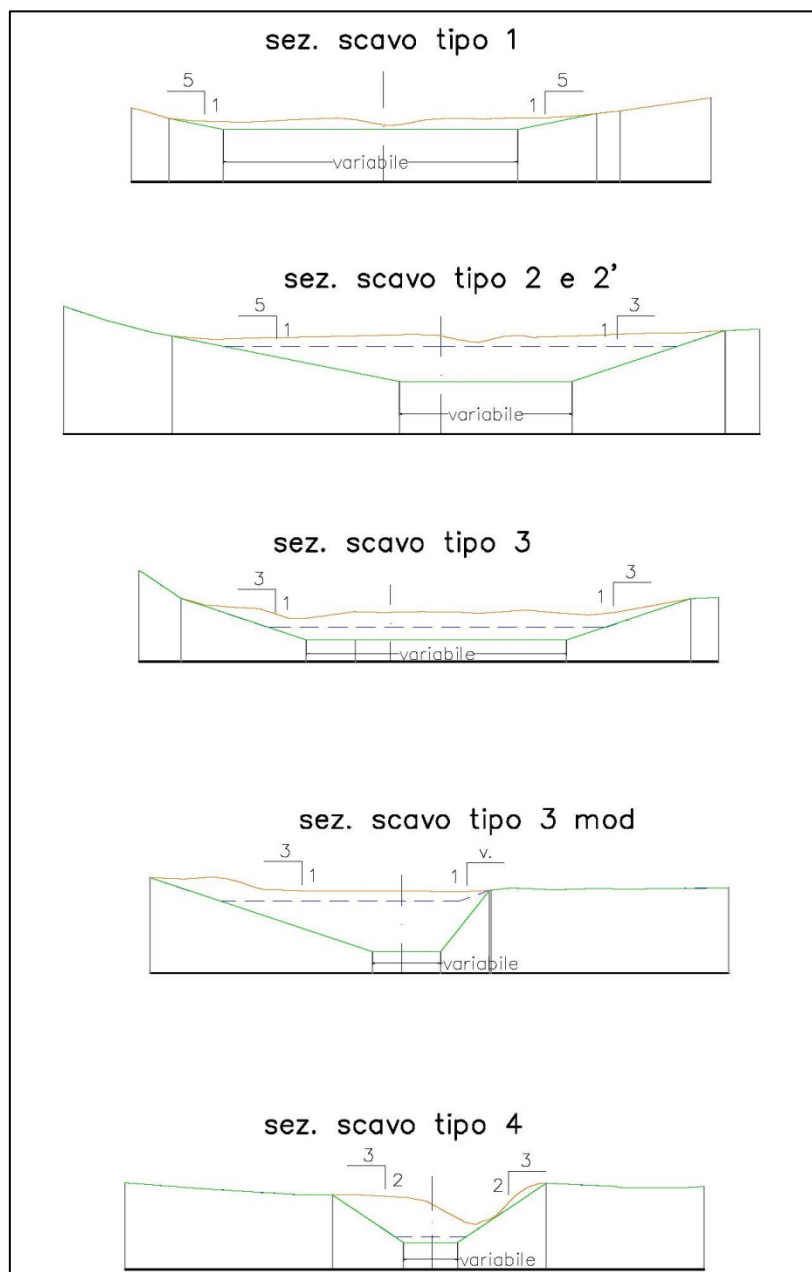


FIGURA 77 – SEZIONI DI SCAVO ADOTTATE PER IL RIO SAN GIORGIO

Gli interventi di rinaturalizzazione riguardano sinteticamente le seguenti macroattività:

- interventi di rivegetazione in alveo a seguito della rimozione degli sterili di miniera e della regolazione del corso d'acqua
- rinaturalizzazione della fascia riparia
- rinaturalizzazione della fascia golenale afferente ai Centri di Pericolo

finalizzate al miglioramento delle caratteristiche ambientali del sistema fluviale nel suo complesso e all'immediato ripristino delle capacità autodepurative del rio San Giorgio.

Gli interventi di rinaturalizzazione sono stati adeguati rispetto al progetto definitivo del 2012 in ragione dello sviluppo del quadro conoscitivo e del nuovo assetto dell'alveo risultante dallo Studio di compatibilità

idraulica e dal progetto di Sistemazione Idraulica. Le opere di manutenzione della fascia riparia sono state adeguate rispetto alla nuova configurazione dell'alveo e alla conoscenza precisa e puntuale sia della pendenza delle sponde sia del profilo e del livello delle piene in riferimento ai diversi tempi di ritorno; in considerazione di tali dati, si è ritenuto opportuno escludere l'utilizzo di grate lignee per la sistemazione dei versanti (precedente modello *B1 - Rivegetazione di sponde di alveo in roccia*) e introdurre un nuovo modello operativo riferito alla *Rivegetazione di aree golenali non impermeabilizzate*.

Per quanto riguarda le opere di rimozione degli sterili di miniera, è prevista l'asportazione integrale dei sedimenti sulle porzioni d'alveo dove il letto è profondamente “inciso” nelle formazioni litologiche incassanti, nei tratti cioè relativi ai centri di Pericolo 7, 12, 13 e 15 dove le caratteristiche morfologiche e la velocità delle correnti hanno consentito la deposizione di limitati spessori di sedimenti contenuti entro sponde d'alveo ben definite. Nelle porzioni d'alveo caratterizzate da letto ampio e velocità limitata della corrente (nei Centri 4 e 6 e in alcune porzioni dei Centri 8 e 9) sono presenti sedimenti alluvionali recenti (la cui deposizione è precedente all'attività mineraria nell'area) che potrebbero non essere contaminati, soprattutto nelle porzioni laterali dell'alveo.

In corrispondenza dei CdP **3, 9, 10 e 11** è **prevista la realizzazione dei salti** di fondo che, riducendo la velocità delle correnti, consentiranno di accelerare i processi di ricostituzione di un sedimento naturale e quindi dei vegetali caratteristici dell'area.

In riferimento alla attività di rivegetazione in alveo, le operazioni di scavo e rimozione degli sterili di miniera comporteranno, necessariamente, l'asportazione della vegetazione insediata la quale, tuttavia, sarà recuperata almeno in parte. È previsto infatti che i sedimenti asportati siano vagliati in maniera tale da separare gli apparati vegetali ipogei (rizomi ed eventualmente bulbi) che, miscelati in cumulo con torba umidificata, saranno depositati in nuclei a monte delle briglie in gabbioni progettate lungo l'alveo; tale procedimento sarà concomitante con le fasi temporali e operative di scavo e di riempimento per la risagomatura del nuovo alveo, procedendo quindi da valle, ove saranno prelevati i rizomi, verso monte, ove saranno trapiantati gli elementi precedentemente prelevati. Le briglie e le mantellate, vista la funzione di limitare la pendenza longitudinale dell'alveo e quindi le velocità delle correnti di piena, favoriranno l'aumento dei tempi di contatto delle acque con la vegetazione presente in alveo e nelle aree golenali, determinante per il processo fitodepurativo del sistema fiume. Al fine di garantirne la stabilità, per tali manufatti non è prevista alcuna opera progettuale di rinverdimento, preferendo una rinaturazione spontanea a breve e lungo termine.

Operativamente, si procederà nel seguente modo: a monte delle gabbionate, ove la velocità delle correnti sarà contenuta, sarà disposto entro il livello ordinario di piena il terreno vegetale preventivamente confezionato frammisto a rizomi ed eventualmente altri organi ipogei provenienti dalla separazione della materia organica viva presente nei sedimenti prelevati a monte, in misura di 1 m³ di sostanza vegetale ogni 10 m³ di terreno vegetale; da tali “nuclei di miscela vegetale” potrà partire il processo di colonizzazione dell'area, la cui evoluzione sarà dipendente dalla dinamica del trasporto solido e, in particolare, dalla possibilità di deposizione di particelle fini.

Le elofite di cui saranno impiantati i rizomi, in presenza di condizioni idonee al loro sviluppo, inizieranno a formare nuovi culmi immediatamente dopo l'impianto, per fiorire e fruttificare nel giro di 2-3 anni, età in cui l'altezza delle piante potrà superare i 2-3 m.

Il progetto di rinaturalizzazione prevede interventi di rinverdimento delle fasce riparie che, allo stato attuale, forniscono un contributo alle capacità autodepurative ridotto rispetto a quello che potenzialmente potrebbero avere col pieno sviluppo della vegetazione così come previsto con le attività in progetto.

Le fasce riparie ricavate sulle sponde attualmente impegnate dagli sterili di miniera da rimuovere saranno rivegetate secondo le seguenti modalità:

- a) stesa di 10-30 cm di terreno vegetale sulla superficie di fondo (sul materiale sterile di riempimento ove previsto, o previa scarificazione della superficie scistosa ove eventualmente necessario al fine di ottenere una superficie scabra e leggermente fratturata);
- b) sarchiatura con sarchiatrice meccanica e/o manuale per la penetrazione del terreno nel substrato e per ridurre l'evaporazione dell'acqua, interrompendo la capillarità del terreno, per trattenere l'umidità;
- c) rivestimento delle superfici con la messa in opera di biostuoia biodegradabile in fibra vegetale;
- d) rinverdimento mediante idrosemina.
- e) piantumazione di specie arboree oltre il livello di piena e comunque nel rispetto delle condizioni di sicurezza idraulica.

A queste attività di rinverdimento seguiranno, così come richiesto dalla Deliberazione della giunta regionale 14/34 del 4 aprile 2012, attività consistenti nella rivegetazione arbustiva mediante la piantumazione controllata di specie endemiche opportunamente selezionate in funzione delle caratteristiche morfologiche delle aree da rivegetare.

In riferimento ai nuclei di vegetazione arbustiva e arborea costituiti da esemplari alloctoni (palme ed eucaliptus, ad esempio) presenti in alcuni tratti dell'alveo, sarà valutata caso per caso, in fase esecutiva e operativa, l'opportunità di una loro asportazione; è prevista invece la totale salvaguardia delle specie di interesse e valore naturalistico, per le quali si dovrà procedere con l'asportazione dei materiali contaminanti presenti nell'immediato intorno con mezzi di ridotte dimensioni o eventualmente a mano.

Qualora si rendesse necessario l'espianto di esemplari/nuclei arborei autoctoni (lecci, sughere, olivastri, tamerici) interferenti con le attività di cantiere, si dovrà provvedere al successivo reimpianto in aree con ambienti coerenti sotto il profilo biotico e abiotico, identificate preliminarmente in settori contermini ai siti di prelievo.

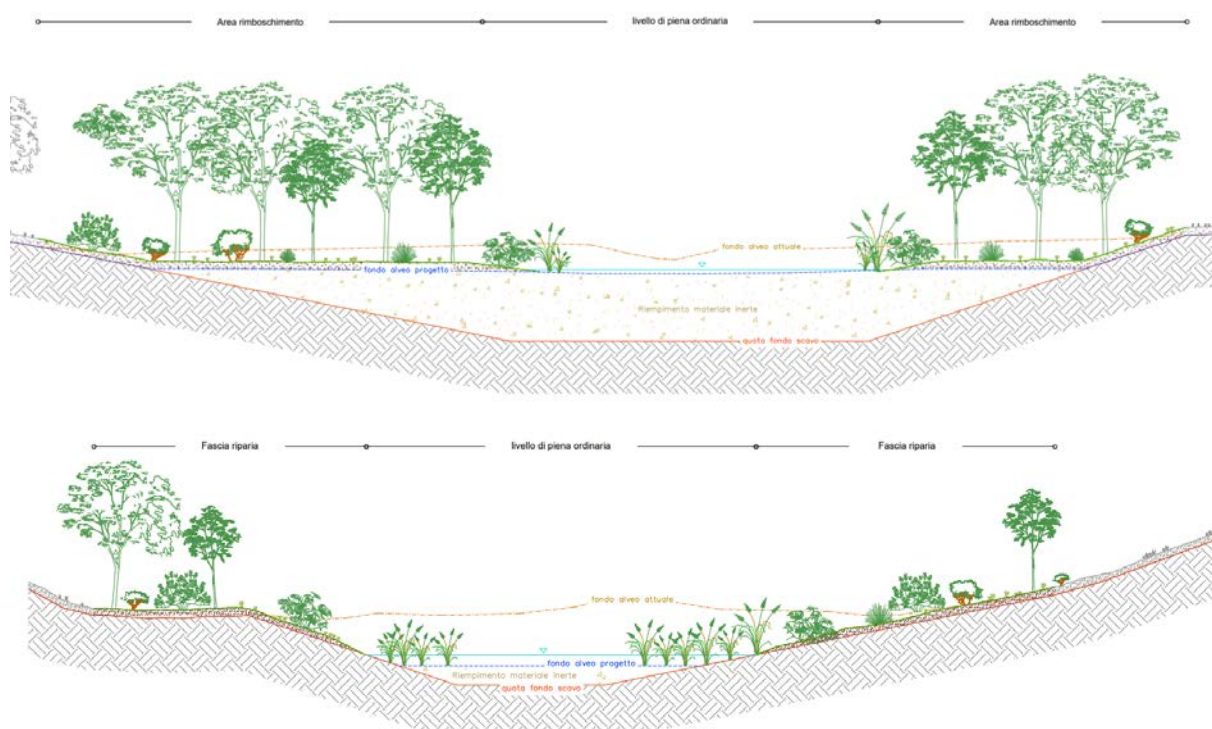


FIGURA 78 MODALITÀ DI INTERVENTO LUNGO L'ALVEO DEL RIO SAN GIORGIO

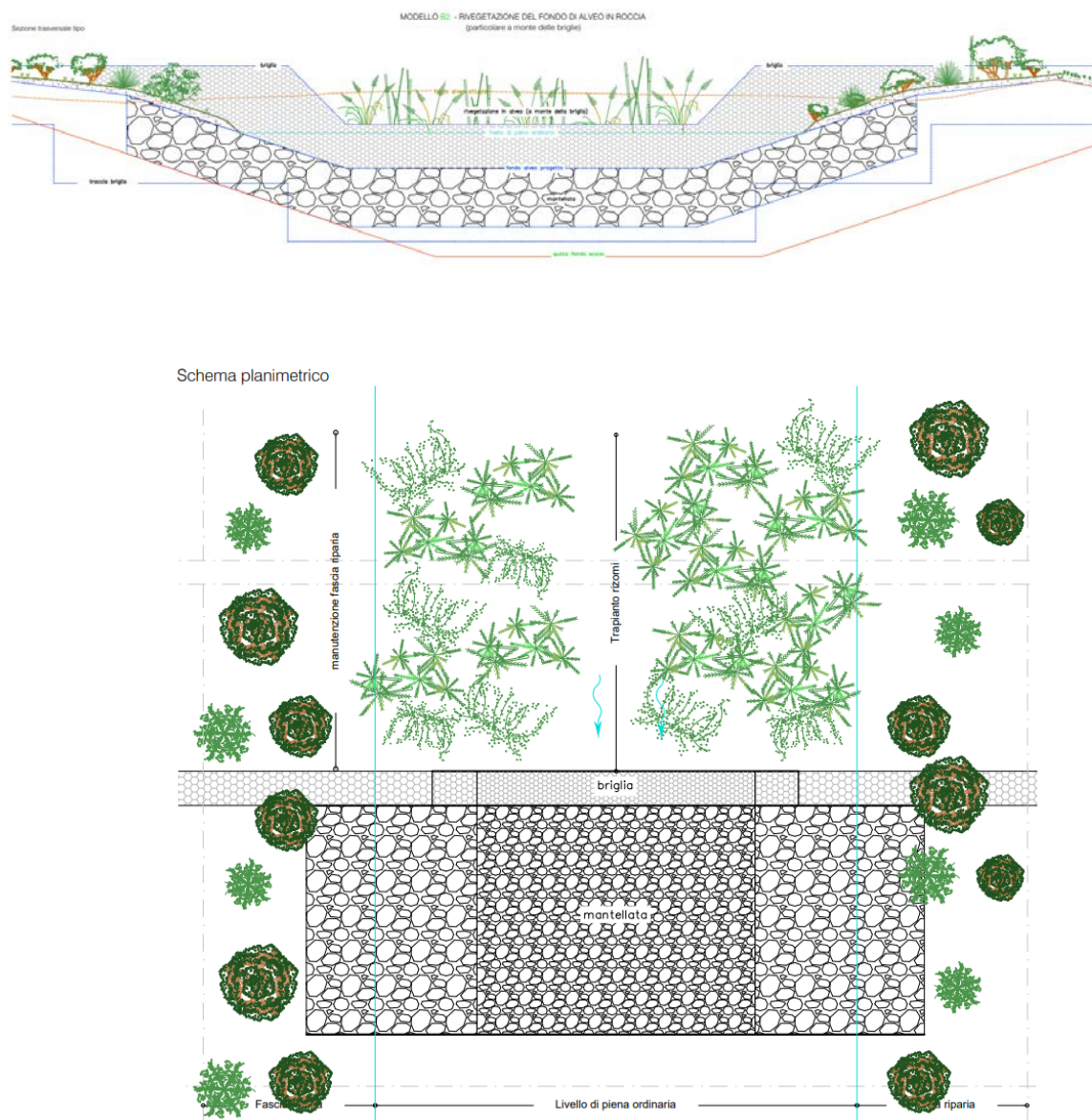


FIGURA 79 SCHEMA DI MODALITÀ DI INTERVENTO LUNGO L'ALVEO DEL RIO SAN GIORGIO IN PROSSIMITÀ DELLE BRIGLIE

Modalità di esecuzione degli scavi

Le modalità operative qui riportate seguono gli indirizzi forniti dagli Uffici preposti con l'approvazione del progetto definitivo del 2012.

La prima attività propedeutica alla rimozione dei depositi minerari/mineralurgici presenti nell'alveo del Rio San Giorgio è la rimozione della vegetazione, sia essa costituita da canne, arbusti o alberi ad alto fusto. In contemporanea o subito a seguire dovrà essere realizzata una pista di cantiere per permettere l'accesso ai mezzi, alla quale dovrà seguire la realizzazione della viabilità necessaria all'ingresso e uscita degli automezzi che saranno deputati al carico ed al trasporto dei materiali da conferire al sito di Raccolta.

Dopo la “pulitura” dell'imboccatura e di tutto il tratto tombato presso Bindua, è prevista la realizzazione, da valle a monte, lungo tutto il tratto del rio San Giorgio compreso tra le sezioni 45 (imboccatura del tratto tombato presso Bindua) e la sezione 93 in corrispondenza del CDP 1 (presso Campo Pisano), del canale provvisorio che avrà lo scopo di convogliare a valle le acque meteoriche provenienti da monte durante i lavori, mantenendo asciutte le aree di scavo circostanti, lungo l'alveo naturale. Resterà escluso il tratto

intermedio compreso tra le sezioni 65 e 71, tratto in cui il corso idrico è canalizzato con una sezione regolare e parzialmente rivestita in cls. Questo tratto, sede del CDP 7, dovrà essere “bonificato” nella fase iniziale e collegherà idraulicamente i due tronchi del provvisorio (monte e valle).

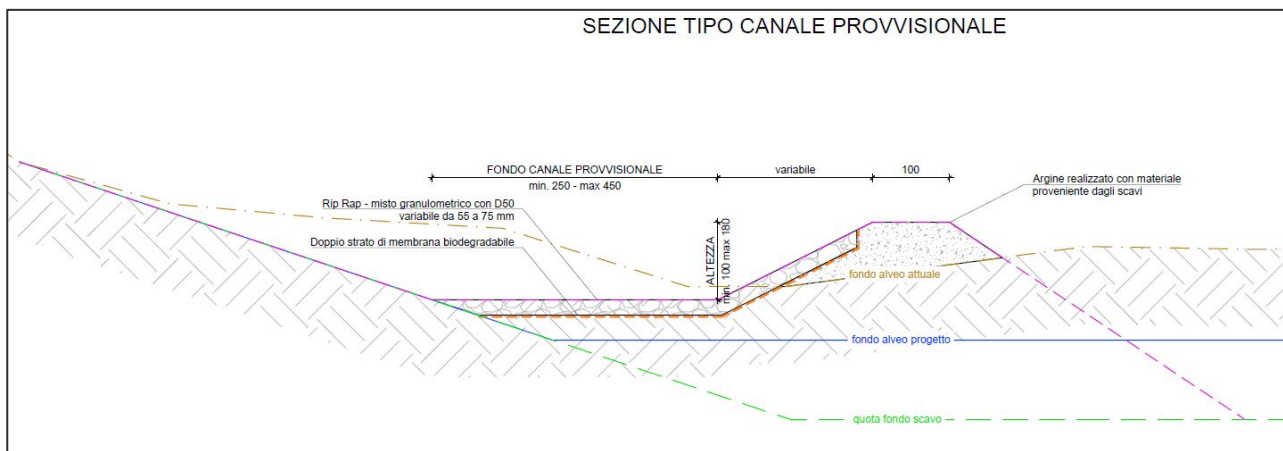


FIGURA 80 SEZIONE TIPO DEL CANALE PROVVISORIALE

Una volta predisposta l’opera provvisoria, si procederà da monte a scavare in tutta l’area di ciascun CDP rimuovendo contestualmente anche lo stesso canale provvisorio; tutti i materiali saranno conferiti al Sito di Raccolta (SDR). Si procederà in questo modo verso valle sino a Bindua, adottando gli accorgimenti necessari per garantire che le eventuali portate provenienti da monte vengano convogliate e trasferite a valle restando all’interno del canale provvisorio. In corrispondenza delle opere trasversali previste in progetto (che saranno già state impostate in precedenza), verranno lasciati appositi varchi (da richiudere successivamente) per dare continuità all’opera provvisoria di dreno.

Viabilità

Per il progetto della rimozione dei centri di pericolo insistenti sull’alveo del Rio San Giorgio si è sfruttato per quanto possibile lo stesso alveo, la viabilità puntualmente progettata per il più ampio progetto della realizzazione del sito di raccolta nella valle del rio San Giorgio in località Casa Massidda e, per raggiungere i punti più interni del percorso del rio, sono state progettate tre piste ad hoc: le piste A, B, e C rappresentate nella Figura 81.

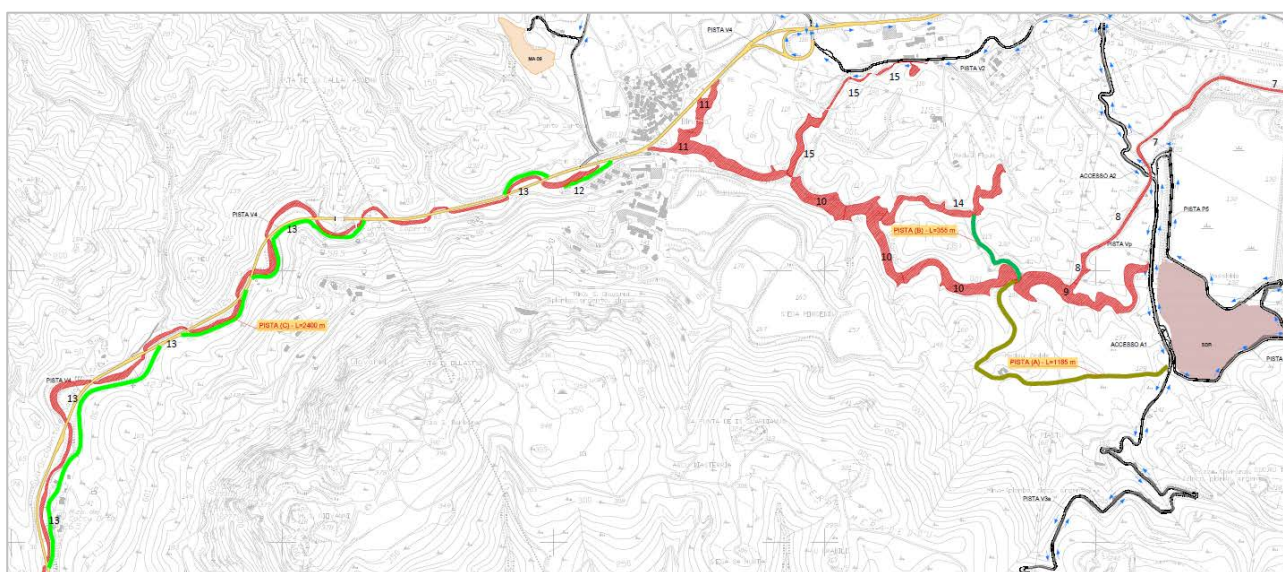


FIGURA 81 RAPPRESENTAZIONE DELLE PISTE A, B E C AFFERENTI ALLE LAVORAZIONI SUL RIO SAN GIORGIO

La Pista A, ha una lunghezza di 1185 m, e collega la fine della Pista Vp, prossima al Sito di Raccolta, con i centri di pericolo sul rio San Giorgio n. 9 e 10.

La Pista B, ha una lunghezza di 355 m, e collega i centri di pericolo n.9 e 10 con il centro di pericolo n. 14.

La Pista C, la più articolata delle tre, ha una lunghezza di 2400 m, ed è composto da diversi tratti che permetteranno ai mezzi di cantiere di raggiungere, transitando parzialmente anche sulla “Statale”, tutti i centri di pericolo che sono presenti sul rio, dall’abitato di Bindua sino a Gonnese.

Tali percorsi, attualmente in sterrato, presentano un fondo sconnesso ed inadeguato a sostenere il traffico atteso per la rimozione dei fanghi lungo l’alveo del rio San Giorgio.

Le piste in progetto hanno larghezza media della carreggiata di 5.00 m ed il pacchetto previsto per la pavimentazione è composto da uno strato di fondazione in misto di cava da 15 cm, opportunamente costipato, previa preparazione del piano di posa consistente in una pulizia e scavo di scoticamento delle aree.

Nella Appendice 1 in calce è riportata la descrizione dettagliata di ciascun Centro di Pericolo afferente al Rio San Giorgio.

3 COMPONENTI AMBIENTALI

3.1 ATMOSFERA

Il settore studiato si inquadra nella Sardegna sud-occidentale, ricomprendibile da un punto di vista bioclimatico all'interno del macrobioclima mediterraneo, bioclima mediterraneo pluviostagionale oceanico. Il piano bioclimatico nell'area è di transizione tra il termomediterraneo superiore e il mesomediterraneo inferiore, con ombrotipo variabile da secco superiore a sub-umido inferiore².

Il Comune di Iglesias è caratterizzato da un clima temperato, con inverni miti e umidi ed estati calde e siccitose.

L'assetto vegetazionale che scaturisce da tali condizioni bioclimatiche denota la prevalenza di elementi floristici mediterranei termofili e mesofili, talvolta a mosaico fra loro. Questi partecipano alla definizione del paesaggio generale, il quale risulta ecologicamente eterogeneo e localmente condizionato dalle attività antropiche.

Analizzando i dati delle tre stazioni pluviometriche della zona, si osserva un andamento tipicamente sinusoidale delle precipitazioni con un'alternanza monotona dei cicli minimi e massimi. Le precipitazioni sono concentrate nel semestre che va da ottobre a marzo (75%); quelle medie, riferite al quarantennio 1960-2001 sono concentrate nel periodo autunno-inverno, con media annua intorno ai 712,8 mm di pioggia. L'escursione termica annua è alta in tutta l'area (17 °C nella stazione di Iglesias), mentre i venti dominanti sono quelli provenienti da NO (maestrale) e da SE (scirocco)

La situazione delle aste fluviali si presenta con accentuate caratteristiche di regime di magra, entrando in secca per lunghi periodi di tempo.

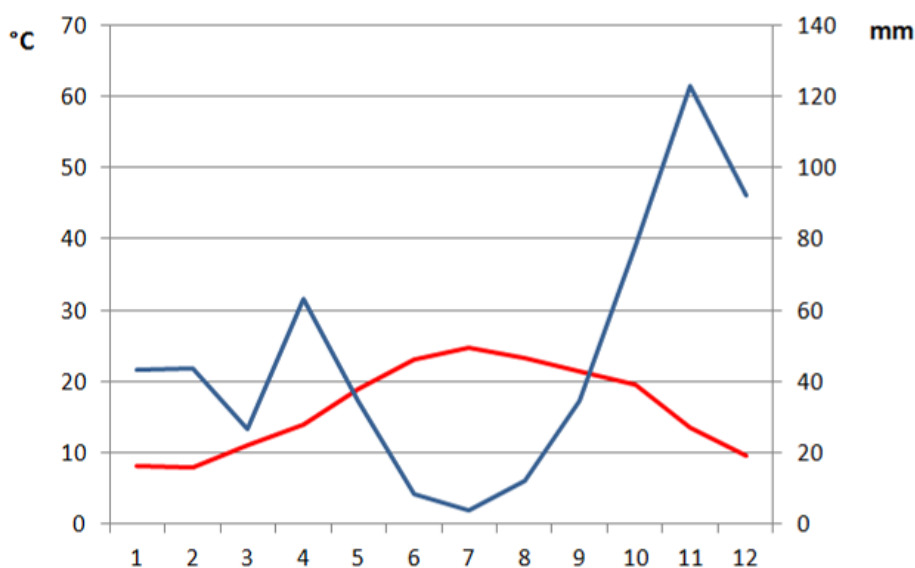


FIGURA 82 DIAGRAMMA TERMO-PLUVIOMETRICO DEL SETTORE AMBIENTALE DI IGLESIAS

I dati relativi alla qualità dell'aria sono quelli bibliografici desunti dalla rete di monitoraggio regionale che, secondo prassi, è rivolta ad indagare le aree interessate da attività industriali rilevanti ed alcuni dei maggiori agglomerati urbani e riportati nella "Relazione annuale sulla qualità dell'aria" redatta annualmente dalla Regione Sardegna. In seguito al progetto di adeguamento della rete regionale di misura

² Rivas-Martínez (1995). Classification bioclimática de la Tierra. Folia Bot. Madritensis 16: 1-29

della qualità dell'aria, le stazioni più prossime all'area di indagine (CENNF1 - Gonnese, CENPS2 - Portoscuso, CENIG1 - Iglesias) sono state dismesse in quanto non conformi ai criteri localizzativi di cui al D.Lgs. 155/2010; tuttavia, nella Relazione 2019 sono comunque riportati i relativi dati di misura, i quali risultano ampiamente entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati.

3.2 FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT

L'area di contesto ambientale di intervento presenta un assetto floro-vegetazionale eterogeneo da un punto di vista fisionomico, strutturale e fitosociologico, dove localmente si riscontra una elevata riconoscibilità delle seriazioni vegetazionali potenziali di riferimento.

Di seguito sono sintetizzate le principali categorie vegetazionali riscontrabili nell'area di indagine.

Sugherete

Su affioramenti della formazione di Nebida si sviluppano limitate estensioni di mesoboschi a *Quercus suber*, con *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia* e *Myrtus communis*. Lo strato erbaceo è caratterizzato da *Galium scabrum* e *Ruscus aculeatus*.

Queste formazioni si presentano per lo più discontinue, a mosaico con macchie seriali a sclerofille o garighe a cisti.

Leccete

I boschi climatofili del *Prasio majoris-Quercetum ilicis subass. quercetosum ilicis* si ritrovano in lembi ancora più frammentati rispetto alle sugherete. Mentre le prime, infatti, si sviluppano sui substrati silicei al limite orientale dell'area estrattiva e il loro areale potenziale risulta meno interessato da edifici e discariche, i substrati carbonatici che presentano una potenzialità per la lecceta affiorano proprio nel cuore del sito estrattivo. Si tratta di formazioni a *Quercus ilex* con *Olea europaea* var. *sylvestris*. Nello strato arbustivo sono presenti *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia* e *Arbutus unedo*. Sono presenti inoltre lianose come *Smilax aspera*, *Rubia peregrina* ssp. *requienii* e *Lonicera implexa*.

Macchie a corbezzolo

I lembi di macchia dell'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis* occupano estensioni piuttosto limitate e si rinvencono principalmente ai margini delle sugherete. In essi *Arbutus unedo* è nettamente predominante e si accompagna a specie termofile come *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* e *Rhamnus alaternus*, mentre *Erica arborea* si rinviene solo sporadicamente.

Macchie dell'Oleo-Ceratonion

Le formazioni di macchia mediterranea termofila sono probabilmente l'aspetto di vegetazione naturale più diffuso nel settore. La presenza di questi aspetti è probabilmente dovuta all'assenza di gravi fattori di disturbo antropico ai margini delle discariche e all'elevata metallo-tolleranza di *Pistacia lentiscus*, specie di gran lunga dominante e onnipresente in queste comunità vegetali.

L'associazione prevalente è l'*Oleo-Lentiscetum*, dove al lentisco si trova generalmente associato *Olea europaea* var. *sylvestris*. Data la forte eterogeneità dei substrati, queste macchie possono variare significativamente nella composizione floristica, con presenze più o meno significative di *Phillyrea angustifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Myrtus communis*, ecc. Nelle aree più degradate o a più elevato livello di contaminazione il lentisco si può trovare a mosaico con il cisteto.

Cisteti

Le formazioni della classe *Cisto-Lavanduletea* trovano ampia diffusione in tutte le aree minerarie del Sulcis-Iglesiente e nei territori limitrofi. Ciò avviene perché tendono a occupare sia le aree dove la vegetazione naturale è degradata da incendio e pascolo, sia le discariche minerarie stabilizzate. Gli aspetti prevalenti sono quelli del *Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis*, su terreni acidi, e del *Dorycnio pentaphylli-Cistetum eriocephali* su substrati carbonatici. La notevole eterogeneità degli sterili presenti nell'area

estrattiva di Campo Pisano consente tuttavia lo sviluppo di aspetti molto differenti tra loro, seppure sempre confinati in piccole estensioni. Particolarmente diffuse sono le garighe a prevalenza di *Cistus salviifolius*. Ai cisti si associano spesso numerose camefite mentre *Lavandula stoechas*, specie caratteristica di questi sintaxa, si rinviene solo sporadicamente negli habitat minerari, forse in virtù di una minore tolleranza agli inquinanti.

Dove i cisteti raggiungono una maggiore densità e omogeneità strutturale tendono ad arricchirsi di *Calicotome villosa*, oltre a specie caratteristiche delle macchie termofile. Sui terreni più rocciosi, invece, diventa importante la presenza di *Genista corsica*.

Garighe del *Teucrium mari*

Le garighe seriali sui suoli in forte erosione e, più in generale, sulle aree rocciose, possono essere generalmente inquadrare nell'alleanza endemica sardo-corsa del *Teucrium mari*. Sono caratterizzate da specie come *Teucrium marum*, *T. polium*, *Stachys glutinosa*, *Dorycnium pentaphyllum* e, negli aspetti strutturalmente più evoluti, da *Genista corsica*, che può dare origine a formazioni dense alte fino a 2 metri, come quelle osservabili sulle scarpate stradali in prossimità della chiesa di San Severino.

Nell'area indagata le formazioni a *Genista corsica* si ritrovano frequentemente anche sulle discariche stabilizzate.

Boscaglie a olivastro dell'*Asparagus acutifolius*-*Olea europaea*

In prossimità del villaggio Asproni è possibile osservare formazioni boschive più o meno dense di ulivi (*Olea europaea*). La loro disposizione in aree subpianeggianti, l'esclusiva presenza di individui arborei, pressoché coetanei, e la scarsità di specie caratteristiche dell'*Oleo-Ceratonion* suggerisce una derivazione di questi aspetti da uliveti abbandonati. In alcuni settori tuttavia, soprattutto sulle pendici di Cuccuru Perdilloni, agli esemplari di ulivo coltivati (var. arborea) si uniscono sclerofille quali *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Rhamnus alaternus* ed esemplari di ulivo selvatico o olivastro (var. *sylvestris*).

Considerata la compattezza di queste boscaglie, dovuta anche al rinselvaticamento degli ulivi coltivati, esse si possono ascrivere all'associazione *Asparagus acutifolius*-*Olea europaea*, tipico aspetto termoxerofilo dei substrati calcarei.

Prati e pascoli

Le formazioni erbacee naturali rientrano, per quanto riguarda gli aspetti perenni, nelle classi *Artemisietea* e *Lygeo-Stipetea*, mentre i prati annuali sono inquadrabili nelle classi *Stellarietea mediae* e *Tuberarietea guttatae*.

I suddetti aspetti risultano tuttavia poco rappresentati nell'area indagata e le formazioni erbacee presenti corrispondono per lo più a coltivi di specie foraggiere.

Formazioni elofitiche

Lungo il Rio S. Giorgio l'aspetto vegetazionale potenzialmente presente è tendente al bosco ripariale a prevalenza di *Populus alba*. Tuttavia, l'apporto di materiali fini derivati dalle attività estrattive e l'alto livello di contaminazione delle acque superficiali, hanno fortemente alterato la natura dell'alveo fluviale e, conseguentemente, la vegetazione riparia.

Nei tratti del Rio dove maggiore è stata la deposizione di limi e argille si ritrovano oggi comunità elofitiche dell'alleanza *Phragmites australis*, dominate da *Typha angustifolia* o da *Phragmites australis*, le prime situate dove la presenza delle acque è più duratura, le seconde dove il periodo di sommersione dell'alveo è più breve.

Queste stesse comunità possono svilupparsi nelle raccolte d'acqua naturali o artificiali presenti nelle aree industriali o sui bacini di flottazione.

Dense formazioni di *Rubus ulmifolius* si ritrovano ai margini di queste formazioni o in tratti del torrente più stretti, dove non si verifica un significativo ristagno delle acque.

Ponendo il focus della analisi sulle aree minerarie si possono distinguere all'interno delle stesse le seguenti coperture vegetazionali:

Garighe del Ptilostemmono-Euphorbion cupanii

Le garighe camefitiche che colonizzano le discariche rappresentano l'aspetto più tipico della vegetazione su questi substrati. Sono composte da specie arbustive o suffrutescenti capaci di insediarsi su materiali spesso instabili, poveri di composti organici e con elevate concentrazioni di metalli pesanti.

In tale contesto fitosociologico si ritrovano areali a bassa copertura della specie dall'elevato valore geobotanico *Limonium merxmülleri*, endemismo puntiforme della valle del Rio San Giorgio che vegeta preferibilmente su discariche minerarie ben drenate e ad elevata concentrazione di inquinanti.

Come si vedrà meglio nella descrizione puntuale dei principali centri di pericolo, i differenti aspetti di tale vegetazione presenta esigenze ecologiche caratteristiche e si sviluppa pertanto su materiali con proprietà chimiche e fisiche differenti.

Prati annuali a Rumex bucephalophorus

Sui depositi di ciottoli e ghiaie, talvolta con presenza di sabbie ma in assenza di frazioni limoso-argillose, si ritrovano spesso pratelli radi e quasi monospecifici dell'associazione *Jasione montanae-Rumicetum bucephalophori*. Questi presentano un carattere assolutamente pioniero anche su materiali con elevato rilascio di metalli pesanti. In situazioni di maggiore compattezza dei suoli si arricchiscono di specie annuali e possono formare un mosaico con le garighe del *Ptilostemmono-Euphorbion cupanii*.

Formazioni igrofile a erbe giunchiformi

Sui materiali fini altamente igromorfi e con elevato contenuto in metalli pesanti, si sviluppano spesso popolamenti dell'ordine *Juncetalia maritimae*, dominati da *Scirpoides holoschoenus* cui spesso si associano *Juncaceae* e *Cyperaceae*.

Sito di Raccolta

Le superfici sono parzialmente ricoperte da macchia mediterranea, da *Eucalyptus* nella parte più depressa, da alcuni pini e cipressi localizzati vicino ai ruderi della Casa Massidda. La restante superficie è spoglia, in parte occupata dall'abbancamento di sterili mineralurgici, in parte interessata da alcune piste di cantiere, da aree già scoticate o adibite a pascolo saltuario.

Le formazioni vegetazionali maggiormente rappresentate si presentano come garighe a struttura aperta con elementi basso-arbustivi dominati da *Helichrysum microphyllum* ssp. *tyrrhenicum*, *Limonium merxmülleri*, *Genista corsica* e *Cistus salviifolius*, ai quali si associano diffusamente elementi erbacei con prevalenza di *Dittrichia viscosa*, *Carlina corymbosa* e *Galactites elegans*.

Il deposito dovrà accogliere materiali provenienti dalle aree minerarie di Campo Pisano, Monte Agruxau e Seddas Moddizis, oltre ai sedimenti fluviali del rio San Giorgio derivanti dall'erosione e trasporto di porzioni di discariche minerarie e mineralurgiche delle stesse aree minerarie e altre limitrofe minori.

Centri di Pericolo

Campo Pisano

Per quanto riguarda la vegetazione dell'area di Campo Pisano soggetta ad interventi di rimozione, l'area si presenta per lo più priva di copertura vegetale, con sporadici popolamenti a *Limonium merxmülleri* sulle matrici più fini e a *Helichrysum microphyllum* ssp. *tyrrhenicum* e *Santolina insularis* sulle aree ghiaiose. Sui cumuli di ciottoli vegetano popolamenti effimeri a *Rumex bucephalophorus*, mentre nelle depressioni e nelle superfici di ristagno prevale *Euphorbia pithyusa* ssp. *cupanii*. L'area posizionata più a valle, corrispondente alla parte più bassa del centro di pericolo 19, mostra le concentrazioni di metalli più elevate, raggiungendo in un punto una concentrazione di Pb di circa 110000 ppm. In tale ambito non si sviluppa alcun organismo vegetale. Tuttavia, le aree situate poco più a monte presentano basse

concentrazioni di inquinanti. In questo caso va osservato come la vegetazione in esse presente non risenta della forte contaminazione presente a valle. Infatti, nell'ambito dello stesso centro di pericolo, in corrispondenza del punto con le più basse concentrazioni di piombo e zinco (rispettivamente 2301 e 5406 ppm) è presente un lembo di bosco di sughera. La scarpata che delimita a Sud i centri di pericolo 11 e 19 è costituita dal versante settentrionale della diga di Campo Pisano. La copertura vegetale su quest'ultima appare nettamente differente nei settori a monte dei rispettivi centri di pericolo. Nella parte orientale, infatti, la vegetazione è ridotta a una rada gariga a *Limonium merxmulleri*, in quella occidentale il pendio è invece ricoperto da una macchia a sclerofille. Il breve tratto di canale che separa i centri di pericolo 11 e 12, in cui per buona parte dell'anno ristagnano le acque piovane e di ruscellamento, è occupato da un popolamento elofitico a *Phragmites australis*. Si segnalano infine piccoli lembi di cisteto con presenza di *Calicotome villosa* sui centri di pericolo 9 e 14, in punti nei quali il livello di zinco è inferiore o supera di poco i 4000 ppm.

Monte Agruxau

Da un punto di vista vegetazionale, i depositi dei CdP oggetto di interventi presentano una copertura vegetale meno uniforme rispetto a quanto osservato negli altri centri di pericolo dell'area. La distribuzione delle comunità vegetali sui fini non dipende prevalentemente dalla granulometria dei materiali, come avviene nelle discariche di sterili, ma le fitocenosi si dispongono secondo un gradiente di umidità edafica, formando una successione che vede il passaggio dalle formazioni meno igrofile a quelle più legate alla presenza dell'acqua e alla sommersione dei suoli.

In generale, procedendo dalle aree più elevate, o più distanti dai ristagni d'acqua, verso le pozze e gli impluvi si trova dapprima il *Resedo luteolae-Limonietum merxmulleri*, quindi il *Mercurialido corsicae-Euphorbietum cupanii*; seguono gli aspetti più marcatamente igrofili dei popolamenti a *Scirpoides holoschoenus*, infine le comunità elofitiche a *Phragmites australis* o a *Typha angustifolia*. Tale assetto è ben osservabile nel CdP 9.

Gli altri aspetti vegetazionali osservati in queste aree risultano meno legati ai depositi più fini, ma dipendono prevalentemente dalla presenza di materiali grossolani a differente granulometria.

Un aspetto di particolare interesse è dato dalla presenza, per lo più sporadica, di sclerofille come *Pistacia lentiscus* e *Phillyrea angustifolia*, che in situazioni naturali vegetano su suoli maturi dando luogo a formazioni di macchia sempreverde. La loro presenza sugli abbancamenti di fini, tuttavia, denota una elevata adattabilità anche a substrati con alte concentrazioni di metalli pesanti. Va segnalato, inoltre, come la presenza di tali specie non sia omogenea sui depositi indagati, ma in alcuni casi si può osservare una prevalenza di *Pistacia lentiscus* (es. centro di pericolo 9). Resta comunque importante segnalare tali sclerofille ai fini degli interventi di recupero e bonifica dei siti minerari dismessi.

Un altro aspetto vegetazionale di interesse ecologico si ritrova sulla parte orientale del centro di pericolo 13, dove la morfologia superficiale è quella di un lieve pendio che degrada dalla chiesa di San Severino al resto dell'abbancamento di fini, che presenta però una morfologia piana. Il primo settore ospita una formazione estremamente eterogenea di specie erbacee, sia annuali che perenni, e piccoli arbusti, mentre non appena si passa alla parte pianeggiante si ritrova solo un popolamento rado di *Euphorbia pithyusa* ssp. *cupanii*. In questo caso, data la simile natura dei materiali, sembra che la pendenza abbia influito positivamente sullo sviluppo della vegetazione, favorendo il trascinamento a valle delle particelle più fini a più elevata cessione di inquinanti.

Seddas Moddizis

Da un punto di vista vegetazionale, le garighe camefitiche del *Ptilostemone-Euphorbion cupanii* che colonizzano le discariche minerarie rappresentano l'aspetto più tipico della vegetazione su questi substrati. Sono composte da specie arbustive o suffrutescenti capaci di insediarsi su materiali spesso instabili, poveri di composti organici e con elevate concentrazioni di metalli pesanti.

Nell'area di Seddas Moddizzis sono stati osservati i seguenti aggruppamenti vegetali:

- *Dactylo hispanicae-Helichrysetum tyrrhenici*: rappresentano uno degli aspetti più tipici della vegetazione delle discariche minerarie, anche per l'elevata plasticità ecologica di *Helichrysum microphyllum* ssp. *tyrrhenicum*. Si insediano sui substrati ghiaiosi e ciottolosi parzialmente stabilizzati, con una bassa percentuale di frazione fine.
- *Mercurialido corsicae-Euphorbietum cupanii*: A differenza delle comunità a elicriso, quelle dominate da *Euphorbia pithyusa* ssp. *cupanii* preferiscono terreni a matrice fine, prevalentemente argillosa, comunque con elevata capacità di ritenzione idrica.
- *Dauco maritimi-Dittrichietum viscosae*: Malgrado si tratti di uno degli aspetti più frequenti sulle discariche di sterili del Sulcis-Iglesiente, anche per la sua elevata plasticità ecologica, si ritrova solo sporadicamente nell'area di Seddas Moddizzis, fra l'altro in popolamenti di limitata estensione.
- Garighe pioniere a *Rumex scutatus* ssp. *glaucescens*: sui substrati grossolani e maggiormente incoerenti possono formarsi aspetti assolutamente pionieri e quasi monospecifici a *Rumex scutatus* ssp. *glaucescens*. Nell'area indagata si possono osservare sulle pietraie nella parte basale del CdP 32. Sui cumuli di detriti ai bordi della strada situata al di sotto quest'ultimo, la suddetta specie entra a far parte di cenosi più complesse insieme ad altre entità glareicole, formando popolamenti inquadrabili nel *Dauco maritimi-Dittrichietum viscosae* subass. *rumicetosum glaucescentis*.
- Comunità nanofanerofitiche dei *Cisto-Lavanduletea*: i cisteti e le formazioni a *Genista corsica* precedentemente descritti si possono ritrovare anche sulle discariche minerarie che con il tempo si sono stabilizzate e consolidate. Nell'area considerata, l'evoluzione degli abbancamenti dei residui minerari è piuttosto evidente, forse perché alcuni di essi esistono da tempi molto lunghi. Si può comunque osservare come esistano discariche quasi del tutto ricoperte da formazioni arbustive analoghe a quelle delle aree adiacenti e come alcuni centri di pericolo siano addirittura difficili da scorgere in tutta la loro estensione. Oltre ai cisteti sopra descritti, esiste un altro aspetto, dominato da *Cistus salviifolius*, frequente sugli sterili poveri in scheletro. In questi casi la suddetta specie tende a insediarsi su materiali a tessitura abbastanza fine, troppo contaminati per lo sviluppo di comunità erbacee legate ai suoli naturali.
- Prati annuali del *Tuberarion guttatae*: sui depositi di ciottoli e ghiaie, talvolta con presenza di sabbie ma in assenza di frazioni limoso-argillose, si possono trovare pratelli radi e quasi monospecifici dell'associazione *Jasione montanae-Rumicetum bucephalophori*. Questi presentano un carattere assolutamente pioniero anche su materiali con elevato rilascio di metalli pesanti. Su suoli più compatti si arricchiscono di specie annuali e possono formare un mosaico con le garighe del *Ptilostemono-Euphorbion cupanii*. Malgrado rappresentino uno degli aspetti più frequenti nelle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente, questi pratelli risultano molto sporadici nell'area di Seddas Moddizzis, dove i substrati che ne favoriscono l'insediamento risultano del tutto subordinati rispetto alle matrici fini e compatte.

Per quanto riguarda gli aspetti floristici delle discariche occorre segnalare, anche per l'area di Seddas Moddizzis, le grandi capacità di colonizzazione e di biotolleranza di *Pistacia lentiscus*, di cui è possibile talvolta vedere individui isolati, ma ben sviluppati, su terreni poveri o del tutto privi di vegetazione.

Per quanto riguarda i CdP 33, 34 e 35 (fanghi di flottazione) sono state riconosciute inoltre le seguenti associazioni:

- Formazioni igrofile a erbe giunchiformi del *Juncion maritimi*: i materiali fini, accumulati in consistenti depositi in prossimità delle ex strutture della laveria e dell'impianto di flottazione, presentano caratteristiche tessiturali molto diverse da quelle delle discariche che si trovano nel resto dell'area vasta. Gli elementi che caratterizzano questi materiali sono l'elevato rilascio di metalli pesanti unito a un'alta capacità di ritenzione idrica. Il primo fattore determina il fatto che questi depositi si presentino molto spesso del tutto privi di copertura vegetale. Qualora sia possibile lo sviluppo della vegetazione, le comunità presenti rientrano in tipologie legate alla presenza di eventuale disponibilità d'acqua nel terreno. Le formazioni vegetali presenti su questi substrati mostrano perciò un carattere tipicamente igrofilo, come gli aspetti a predominanza di *Scirpoides holoschoenus* presenti nelle vicinanze dell'impianto di flottazione. Si tratta di popolamenti inquadrabili nell'ordine *Juncetalia maritimae*, in cui si ritrovano, accanto alla specie dominante, varie *Juncaceae* e *Cyperaceae*. In situazioni di minore disponibilità idrica, anche su questi materiali è possibile osservare le comunità del *Mercurialido corsicae-Euphorbietum cupanii* descritte per le discariche di sterili ben sviluppate nei pressi della vecchia laveria.
- Prati annuali del *Centaureo erythraeae-Bellidietum bellidioidis*: sui depositi di materiali fini esistono anche sporadiche formazioni erbacee. Una specie particolarmente ben adattata a colonizzare queste superfici è *Bellium bellidioides*, una piccola composita che si ritrova frequentemente in Sardegna sui terreni argillosi o sui sottili depositi di suolo che ricoprono talvolta le superfici rocciose. Sui fini derivati dalle attività mineraria la specie dà vita all'associazione *Centaureo erythraeae-Bellidietum bellidioidis*, accompagnata da erbe annuali e perenni, fra cui figura come specie caratteristica *Dactylis hispanica*. Quest'ultima è una graminacea cespitosa che può formare prati più alti e densi, i quali rappresentano una tappa più evoluta nella colonizzazione di questi substrati da parte delle comunità vegetali.

Rio San Giorgio

Il corso del Rio San Giorgio si presenta profondamente segnato dalle attività umane, non solo per gli apporti di materiali dalle vicine aree minerarie, ma anche in seguito alle opere di canalizzazione e deviazione del letto naturale, che hanno favorito un decorso irregolare e frequenti variazioni nella velocità della corrente. Ciò ha determinato il susseguirsi di aree di deposizione e rimozione dei sedimenti che ha consentito l'accumulo dei fini e delle comunità vegetali ad essi legati, soprattutto in corrispondenza dei tratti caratterizzati da minore velocità. Le modificazioni prodotte sull'alveo del Rio San Giorgio come conseguenza dell'attività mineraria hanno portato a una pressoché totale scomparsa degli aspetti maturi di bosco e boscaglia ripariale; al posto di tali comunità naturali, il consistente apporto di fini lungo il corso del torrente ha favorito l'insediamento di estese comunità elofitiche, dominate da cannuccia di palude (*Phragmites australis*) o tifa (*Typha latifolia* e *T. angustifolia*). La presenza di tali comunità, seppure indicatrici di un'alterazione dello stato naturale, risulta notevolmente benefica per il contenimento della diffusione degli ioni metallici esercitata da queste specie.

Centri di Pericolo 1 e 2

Le aree 1 e 2 sono situate immediatamente a valle dell'area industriale di Campo Pisano e sono state considerate, nel loro insieme, come un unico centro di pericolo nell'ambito di tale area vasta (CdP 21). La particolare posizione topografica e le caratteristiche morfologiche dei Centri hanno favorito nel tempo l'accumulo delle torbide dell'impianto che si riversavano in occasione delle rotture delle tubazioni. La superficie è in gran parte priva di copertura vegetale, mentre le specie più tolleranti si concentrano ai margini o negli impluvi dove è maggiore la disponibilità idrica. Nel Centro di Pericolo 1 due piccoli rigagnoli provenienti dalle discariche soprastanti si riuniscono in un solco scavato artificialmente: il primo,

proveniente da est, si presenta come una canaletta e attraversa un'area su cui sono stati impiantati dei pini, il secondo proviene da sud-est e la componente vegetale ai suoi margini risulta fortemente compromessa e limitata a specie particolarmente metallotolleranti, quali *Reseda luteola*, *Rumex bucephalophorus*, *Euphorbia pithyusa subsp. cupanii*, in popolamenti sparsi ed eterogenei. Poco oltre prevalgono popolamenti erbacei a *Dactylis hispanica*, *Jasione montana*, *Rumex bucephalophorus* e *Crepis bellidifolia*. L'unione dei due rigagnoli l'acqua è convogliata in una piccola canaletta, in corrispondenza della quale si sviluppano popolamenti a erbe giunchiformi come *Juncus acutus* e *Scirpoides holoschoenus*. Questi aspetti si ritrovano ancora sui fanghi, che risultano comunque per lo più privi di vegetazione o occupati sporadicamente da pratelli a *Rumex bucephalophorus*. Nelle fasce esterne si ritrovano altre specie igrofile quali *Rubus ulmifolius*, *Arundo donax*, *Ficus carica* e un unico esemplare di *Salix atrocinerea*. Il Centro di Pericolo 2 si presenta analogo al precedente. Le superfici nude dei fanghi si trovano in corrispondenza di conche di ristagno, ai bordi delle quali si sviluppano ancora comunità a *Scirpoides holoschoenus* e *Juncus acutus*, con presenza di *Euphorbia pithyusa subsp. cupanii* soprattutto nelle parti più distanti dai ristagni idrici. Il limite esterno è occupato ancora da entità igrofile non adatte a crescere sui fanghi contaminati, oltre che da sclerofille, in particolare *Phillyrea latifolia*. Il passaggio al Centro di Pericolo 3 è segnato dalla presenza di un popolamento arboreo di *Populus alba*: i pioppi tuttavia non sono accompagnati dal tipico corteggio floristico dei boschi ripariali, ma crescono fra i giunchi sugli stessi substrati fini, tanto da poter ipotizzare che si siano sviluppati molti decenni or sono, prima che i fini provenienti dalla soprastante area industriale ricoprissero del tutto questa parte dell'alveo del torrente, e che siano sopravvissuti quali testimoni della potenzialità vegetazionale di questo ambito fluviale.

Centri di Pericolo 3, 4 e 5

Nelle aree afferenti ai centri di Pericolo 3, 4 e 5 si ritrovano i primi tratti occupati da popolamenti elofitici, estesi molto più diffusamente a valle delle dighe di San Giorgio. Le specie dominanti sono *Phragmites australis* e *Typha latifolia*, rispettivamente nei settori con minore e maggiore periodo di sommersione. Il Centro di Pericolo 3 è occupato in netta prevalenza dal canneto, ai margini del quale possono svilupparsi aspetti di transizione verso le aree non riparie rappresentati da fitti roveti. Questi ultimi, tuttavia, si ritrovano esclusivamente dove la modesta acclività della riva permette un passaggio graduale verso l'ambito della serie climatofila. In altri casi la transizione è netta, con arbusti di sclerofille a diretto contatto con il canneto: fra queste prevalgono *Phillyrea angustifolia* e *Myrtus communis*, con presenza più sporadica di *Pistacia lentiscus*. Quasi al centro dell'area, un isolato albero di *Populus alba* rappresenta ancora una volta una testimonianza della potenzialità vegetazionale naturale dell'area. Il Centro di Pericolo 4 si presenta molto simile al Centro 3; il Centro 5 è anch'esso occupato da vegetazione elofitica, ma con una maggiore presenza di tifeto.

Centro di Pericolo 6

Il Centro di Pericolo 6, localizzato immediatamente a valle dell'attraversamento canalizzato della SS 130, è caratterizzato da un'ampia ansa fluviale su cui si sviluppa un tifeto omogeneo e compatto. All'estremità orientale del meandro formato in corrispondenza del Centro 6 è possibile osservare il nucleo meglio conservato di *Populus alba*.

Centro di Pericolo 7

Il Centro di Pericolo 7 corrisponde alla canalizzazione eseguita per convogliare le acque all'esterno delle dighe sterili di San Giorgio (o Campo Pisano 2), sorte in corrispondenza del percorso naturale del torrente. L'alveo si presenta ristretto artificialmente e a tratti cementificato. Paradossalmente, malgrado l'artificialità che contraddistingue questo settore, è proprio in questo tratto che si ritrovano gli aspetti vegetazionali apparentemente più "naturalisti". Le acque, infatti, lasciato l'alveo naturale, più ampio, vengono convogliate in un letto artificiale molto più stretto dove, aumentando notevolmente la velocità, non permettono ai materiali fini di depositarsi sul fondo e impediscono così lo sviluppo delle comunità elofitiche. Il letto fluviale non cementificato è in parte ciottoloso e permette lo sviluppo di specie quali *Apium nodiflorum*, *Rumex conglomeratus*, *Chenopodium murale*, *Epilobium hirsutum*, *Nasturtium officinale* e *Persicaria*

maculosa. In corrispondenza dell'ansa che il torrente presenta nell'aggirare la diga soprastante, poco al di sopra della sponda sinistra, è presente un piccolo nucleo naturale di *Ulmus minor*, numerose plantule della stessa specie sono presenti nei prati adiacenti. Il susseguirsi di tratti a diversa ampiezza e velocità (causata anche dalle briglie in cemento presenti lungo il torrente) determina, nell'ultimo tratto del Centro, un'alternanza di formazioni elofitiche di canneto e di aspetti non legati a materiali fini, come quelli sopra citati o come i roveti, nei quali *Rubus ulmifolius* si associa a *Dorycnium rectum*.

Centri di Pericolo 8, 9 e 10

Con il definitivo ampliamento del corso d'acqua, al termine del tratto canalizzato, si riaffermano le formazioni di canneto e tifeto, che occupano in modo predominante l'alveo del Rio San Giorgio a valle del Centro di Pericolo 7. Appare evidente come il grande sviluppo in superficie di queste comunità elofitiche sia stato determinato dal consistente apporto di materiali provenienti dalle aree minerarie distribuite sulle colline circostanti e, in modo particolare, da quelle che includevano impianti di arricchimento dei minerali, capaci di produrre, specialmente a partire dall'ultimo dopoguerra, grandi quantità di fini. Se, da un lato, la presenza di vasti canneti lungo il Rio San Giorgio rappresenta una importante conseguenza delle attività umane sul territorio, l'esistenza di queste comunità vegetali nell'alveo fluviale costituisce nel contempo una forma di mitigazione degli stessi impatti. È stata, infatti, ampiamente dimostrata la capacità di *Phragmites australis*, *Typha latifolia* e *T. angustifolia* di tollerare elevatissime concentrazioni di metalli pesanti nel substrato e nelle acque e, al tempo stesso, di frenarne la diffusione attraverso la capacità degli apparati radicali di immobilizzare gli ioni metallici. Nel Centro 8 e nel tratto iniziale del Centro 9 prevalgono i canneti, fra i quali sono tuttavia frequenti gli alberi di *Eucalyptus*, residui di un antico impianto artificiale, insieme a esemplari di *Populus alba* e *Salix atrocinerea*, isolati o in piccoli nuclei. I roveti costituiscono spesso cenosi di transizione verso i campi coltivati o la macchia mediterranea.

Centro di Pericolo 11

Il Centro di Pericolo 11 corrisponde al tratto dell'asta fluviale compreso tra il punto di confluenza dei Centri 10 e 15 e il tratto canalizzato che si sviluppa nell'abitato di Bindua. Malgrado il Centro 10 sia occupato da un fitto canneto e il Centro 15 risulti colonizzato da fitte erbe giunchiformi, la vegetazione del Centro di Pericolo 11 si presenta molto diversa da entrambe. La sua flora sembra fortemente condizionata, oltre che dalla maggiore portata e velocità del corso d'acqua, anche da un letto a matrice prevalentemente sabbiosa dovuta agli apporti di materiali che provengono dalle dighe di San Giovanni (Area Vasta di San Giovanneddu). Il letto fluviale è occupato da una fitta macchia a *Dorycnium rectum*, con piccoli cumuli più elevati dove si sviluppa *Juncus acutus*. La stessa disposizione delle comunità vegetali è del resto ben visibile anche nel tratto terminale del Centro di Pericolo 10, dove il canneto a *Phragmites australis* occupa il letto del fiume e, poco più in alto, su matrice parzialmente sabbiosa, si osserva il popolamento a *Dorycnium rectum* e quindi, in posizione più elevata al margine del torrente la comunità a *Juncus acutus* a cui si associa *Genista corsica*. In prossimità dell'abitato di Bindua, ai lati del canneto si trova localmente *Euphorbia pithyusa subsp. cupanii*, ma soprattutto si osserva un significativo contingente di specie esotiche come *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*.

Centro di Pericolo 12

Il Centro di Pericolo 12 corrisponde a un tratto di fiume parzialmente canalizzato con argini in cemento e gabbionate, dove prevalgono *Phragmites australis* nella parte centrale della sezione fluviale, e *Rubus ulmifolius*, *Dorycnium rectum* e *Ficus carica* lungo le sponde.

Centro di Pericolo 13

A est di Bindua il corso d'acqua si ripresenta costretto in un alveo di sezione ridotta, in seguito al forte restringimento della vallata e agli interventi di arginatura artificiale operati a difesa della SS 126. Le variazioni nell'ampiezza dell'alveo e le piccole briglie presenti lungo l'asta fluviale determinano una certa variabilità nelle caratteristiche vegetazionali. In linea di massima prevalgono i canneti a *Phragmites australis*, con una presenza sulle sponde delle stesse specie vegetali osservate nel Centro di Pericolo 12, spesso con presenza di *Arundo donax* sugli argini. I tratti con sezione più ridotta ospitano invece comunità

erbacee a prevalenza di *Apium nodiflorum*, *A. graveolens*, *Mentha insularis*, *Carex otrubae*, etc. Da segnalare, infine, una consistente presenza lungo il corso d’acqua di palma delle Canarie (*Phoenix canariensis*), la cui origine è da ricondurre agli individui utilizzati a scopo ornamentale presso gli edifici minerari, probabilmente alle palme impiantate presso la direzione della miniera di Normann, situata proprio a monte di questo tratto fluviale.

Centri di Pericolo 14 e 15

I Centri di Pericolo 14 e 15 corrispondono agli unici due affluenti del Rio San Giorgio che sviluppano la maggior parte del loro corso nell’area pianeggiante, a valle delle imponenti installazioni minerarie di Monteponi. Il Centro 14 corrisponde al letto del torrente che prende origine dalle discariche di fini a Sud della laveria Mameli ed è occupato quasi interamente da popolamenti a *Scirpoides holoschoenus* e *Juncus acutus*, con presenza di *Euphorbia pithyusa subsp. cupanii* soprattutto ai margini dell’alveo. Il Centro di Pericolo 15 include il letto del corso d’acqua che raccoglie le acque provenienti dalla collina di Monteponi e, in particolare, dai depositi dei fanghi rossi. Le concentrazioni in As, Hg, Cd, Pb e Zn sono le più alte rilevate lungo tutte le aste fluviali, analoghe solo a quelle misurate nell’ambito del Centro 11, posto immediatamente a valle. Il torrente ha origine proprio alla base delle strutture situate presso lo scalo ferroviario di Monteponi, dove le acque si raccolgono in un bacinetto colmo di fini e solo in parte occupato da un popolamento a *Scirpoides holoschoenus*. Più avanti il corso d’acqua risulta in parte canalizzato e occupato ancora da erbe giunchiformi, ma meno compatte e accompagnate da *Euphorbia pithyusa subsp. cupanii* e *Dittrichia viscosa*. Al termine del tratto artificiale il letto diviene un po’ più ampio ed è occupato ancora da formazioni dense ed estese a prevalenze di *Scirpoides holoschoenus*. Da segnalare un piccolo immissario all’altezza del ponte della vecchia ferrovia, occupato solo nell’ultima porzione da un folto canneto, mentre poco più a monte si sviluppa una prateria mesoigrofila a predominanza di *Agrostis stolonifera*, con *Mentha pulegium* e *Phalaris coerulescens*.

3.3 FAUNA E AMBIENTI FAUNISTICI

Le differenti tipologie ambientali che si alternano nell’area oggetto della proposta progettuale sono raggruppabili come segue:

- Formazioni arboree: tali superfici offrono prevalentemente siti idonei all’etologia di uccelli, mammiferi (compresi i chiroterteri) e rettili (sauri, ofidi) e invertebrati.
- Boscaglie e macchie: sono rappresentate dalle coperture a sclerofille mediterranee in diversi stadi di copertura e maturità. Tale gruppo ecosistemico possiede elevata idoneità faunistica per uccelli (prevalentemente passeriformi e fasianiformi), mammiferi e micromammiferi di terra e per la batracoe-erpetofauna.
- Garighe e prati: comprendono i territori con formazioni basso-arbustive e prative di sostituzione secondaria e presentano superfici con idoneità assimilabile alla categoria delle boscaglie e delle macchie.
- Ambienti steppici: Sono ambienti che comprendono territori dalla genesi semi-naturale derivanti dallo sfruttamento agro-pastorale avvenuto nel corso del tempo, e caratterizzati attualmente da formazioni erbacee di graminacee prevalenti. Sono ambienti dall’importanza strategica, sia per l’importante grado di minaccia a cui sono sottoposti a causa della loro elevata vulnerabilità intrinseca, sia perché rappresentano i siti ideali di riproduzione/nidificazione per specie avifaunistiche aventi delicati equilibri ecologici.
- Aree umide: sono rappresentate nell’area di studio dal Rio S. Giorgio e dai suoi affluenti. Costituiscono un avamposto ecosistemico prevalentemente per l’avifauna e per la batracoe-erpetofauna presente nel sito.
- Ruderi e manufatti antropici: si tratta di elementi relittuali derivanti dalla precedente attività mineraria presenti in maniera localizzata sul territorio. Presentano idoneità faunistica per

mammiferi (chiroterri), uccelli e per la batraco-erpetofauna, talvolta dall’elevato valore conservazionistico.

Le specie faunistiche di vertebrati potenzialmente presenti nei siti di intervento sono riassunte a seguire³.

Uccelli

Accipiter nisus, Buteo buteo, Falco tinnunculus, Falco peregrinus, Alectoris barbara, Coturnix coturnix, Gallinula chloropus, Fulica atra, Burhinus oedicnemus, Columba livia, Streptopelia decaocto, Streptopelia turtur, Cuculus canorus, Tyto alba, Otus scops, Athene noctua, Caprimulgus europaeus, Tachymarptis melba, Apus apus, Merops apiaster, Upupa epops, Lullula arborea, Alauda arvensis, Hirundo rustica, Delichon urbica, Motacilla cinerea, Motacilla alba, Troglodytes troglodytes, Erithacus rubecula, Phoenicurus ochruros, Phoenicurus phoenicurus, Saxicola rubetra, Saxicola torquata, Turdus merula, Cettia cettii, Cisticola juncidis, Sylvia sarda, Sylvia undata, Sylvia melanocephala, Sylvia atricapilla, Muscicapa striata, Parus caeruleus, Parus major, Lanius senator, Garrulus glandarius, Corvus corax, Sturnus vulgaris, Sturnus unicolor, Passer hispaniolensis, Passer montanus, Fringilla cpoelebs, Serinus serinus, Carduelis chloris, Carduelis carduelis, Carduelis cannabina, Miliaria calandra.

Mammiferi

Sus scrofa meridionalis, Vulpes vulpe ichtusae, Mustela nivali sboccamela, Martes martes, Erinaceus europaeus italicus, Oryctolagus cuniculus huxleyi, Lepus capensis mediterraneus.

Rettili

Hemidactylus turcicus, Tarentola mauritanica, Podarcis sicula, Podarcis tiliguerta, Chalcides chalcides, Chalcides ocellatus, Hierophis viridiflavus, Natrix maura.

Anfibi

Bufo viridis, Hyla sarda.

A livello percentuale si osserva come oltre l’80% del contingente faunistico elencato nel Formulário Standard della ZSC “Costa di Nebida” (agg. 12/2020) appartenga alla classe degli uccelli; il 5% delle presenze specifiche potenziali appartiene alla classe dei rettili. La mammalofauna e la batracofauna sono rappresentati con circa il 4% delle specie totali.

³ IGEA spa (2011). Progetto per la realizzazione del Sito di Raccolta in località S. Giorgio – Casa Massidda. Progetto Definitivo. Studio di Impatto Ambientale, Quadro di Riferimento Ambientale.

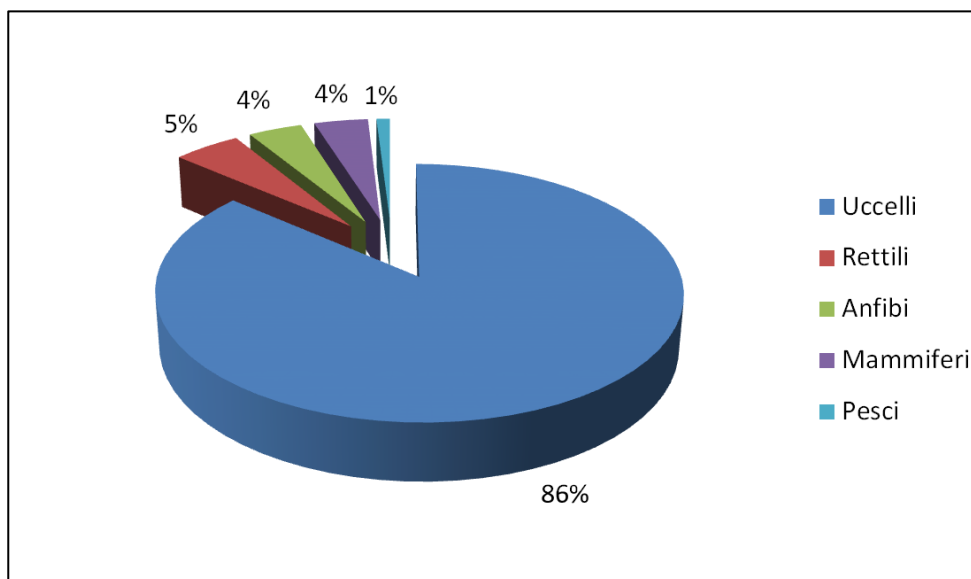


FIGURA 83. DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLA FAUNA ELENcata NEL FORMULARIO STANDARD DELLA ZSC "COSTA DI NEBIDA" (AGGIORNAMENTO DEL 12/2020) POTENZIALMENTE PRESENTE NELL'AREA DI INDAGINE.

3.4 SUOLO, SOTTOSUOLO E AMBIENTE IDRICO

Aspetti Geomorfologici

La morfologia dell'area, così come in generale della regione dell'Iglesiente, risente degli effetti indotti da un'erosione aerea prolungata, instauratasi a più riprese in concomitanza delle fasi continentali, di emersione del basamento paleozoico. Ne è scaturito un paesaggio modellato secondo rilievi poco accentuati ed ampi penepiani. I primi mostrano un aspetto morfologico variabile in funzione dei litotipi affioranti: si hanno forme distese ed arrotondate, con acclività modeste, in corrispondenza degli affioramenti degli argilloscisti; forme più aspre e marcate, con classi di acclività medio-elevate, negli affioramenti calcareo-dolomitici e, in misura minore, arenacei.

L'andamento orografico dei rilievi e delle valli riflette l'assetto strutturale della zona e ne segue i lineamenti tettonici principali. Esempio tipico è rappresentato dalla Valle di Iglesias, che risulta impostata, con direzione meridiana, nell'ambito dell'omonima sinclinale.

L'area in cui sono stati realizzati i bacini degli sterili mineralurgici ricade nell'estrema parte orientale della depressione paleozoica (sinclinale di Iglesias) ad asse E-W, in cui si sviluppa il bacino imbrifero del Rio S. Giorgio.

Dal punto di vista morfologico detta area è assimilabile ad una conca, che si apre solo sul lato ovest, in corrispondenza cioè della valle del Rio San Giorgio. Tale depressione è circondata da bassi rilievi collinari, con andamento altimetrico oscillante tra 124 e 165 m s.l.m., spesso interrotti da linee di compluvio e/o da valleciole. Queste ultime risultano adattate alla struttura geologica della zona e si sviluppano in corrispondenza dei lineamenti tettonici principali, diretti NNW-SSE. Appaiono poco incise e sono oggetto di ruscellamenti limitati e legati alla periodicità delle piogge locali.



FIGURA 84 LE FORME ARROTONDATE DEI RILIEVI NELLA VALLE DI IGLESIAS VISTA DA MONTE FENUGU. A SINISTRA SI INTRAVEDONO LE AMPIE SUPERFICI ORIZZONTALI DEI BACINI DI SAN GIORGIO. A DESTRA È VISIBILE UNO SCORCIO DEI FANGHI ROSSI DI MONTEPONI E A DESTRA I BACI

I versanti presentano un profilo generalmente uniforme e poco acclive e sono soggetti soltanto a forme lentissime ed impercettibili di degradazione.

Una delle vallecicole che degrada verso il rio San Giorgio è quella denominata Bega su Cunventu, sulla quale, nella parte terminale, si intende impostare il Sito di Raccolta.

Dal punto di vista litologico-stratigrafico, il sito individuato si colloca nell'ambito della parte terminale della serie cambrica, ossia negli argilloscisti di Cabitza, interessando un lembo di un conglomerato trasgressivo di età permo-carbonifera.

Tali unità sono ricoperte da ridotti lembi di depositi eluvio-colluviali quaternari che costituiscono i terreni agricoli della zona, con spessori che raramente superano il metro.

La superficie attualmente occupata dai bacini era libera fino agli anni 70 del secolo scorso. La cartografia precedente segnala nell'area la presenza di scarsa attività agricola (vigneto?) associata a pascolo. Ne sono testimonianza i pochi ruderi di alcuni *medaus* e abitazioni che riportano il nome degli antichi proprietari. Il ridotto spessore della coltre di terreno superficiale e la scarsità d'acqua non consentivano colture intensive; a valle dell'area in esame attualmente le colture esclusive sono quella cerealicola e a prato per pascolo.

L'area di Campo Pisano presenta un assetto geologico complesso, caratterizzato dalla presenza di formazioni antiche, riferibili al paleozoico. Dal punto di vista stratigrafico, la successione dei terreni, dai più antichi ai più recenti, è la seguente: Formazione di Nebida - Formazione di Gonnese - Formazione di Cabitza. L'area si trova a cavallo delle formazioni litologiche del metallifero e degli scisti: in questa regione, sono presenti quindi le formazioni geologiche risalenti al paleozoico, dagli scisti, argilloscisti e siltiti, sino alle dolomie rigate costituite da successioni sottili e ritmiche di dolomie stromatolitiche e dolomie calcaree, e dolomie grigie, intervallate da calcari nodulari.

La zona di Monte Agruxau è caratterizzata dalla presenza delle formazioni paleozoiche del Cambrico inferiore-medio afferenti il Gruppo di Gonnese (dolomie e calcari) e il Gruppo di Iglesias (calcari nodulari e

scisti di Cabitza). Il giacimento, compreso tra le aree minerarie di Monte Scorra e Monteponi, rientra nel gruppo di giacimenti piombo-zinciferi idrotermali insediati nel calcare metallifero cambrico dell'Iglesiente. Per ciò che attiene le formazioni geologiche sulle quali sono stati deposti i bacini sterili di Monte Agruxau, l'unica interessata è la formazione di Cabitza del Gruppo di Iglesias.

La porosità delle rocce scistose cambriche è sempre molto modesta sia per le dimensioni degli elementi che costituiscono la roccia stessa che per il grado di cementazione dei grani in conseguenza del metamorfismo subito. I movimenti dell'acqua all'interno della formazione scistosa risultano quindi difficili e molto lenti, escludendo la possibilità di falde sotterranee e quindi la possibilità di infiltrazione di acque inquinanti.

L'area di Seddas Moddizis è situata a sud-est rispetto alla miniera di San Giovanni, a sud-ovest rispetto alla zona mineraria di S. Giorgio, a nord-est rispetto alle zone minerarie di Monte Uda e Monte Onixeddu e a nord-ovest rispetto alla miniera di Barega.

La geologia della zona è caratterizzata dalla presenza di formazioni riferibili al paleozoico che, dal punto di vista stratigrafico, presentano la seguente successione, dalle formazioni più antiche alle più recenti Formazione di Nebida - Formazione di Gonnese - Formazione di Cabitza.

Il giacimento di Seddas Moddizis ricade nella porzione sud-occidentale dell'area denominata "Anello metallifero dell'Iglesiente" dove, assieme a Masua, Monte Agruxau, Monteponi, Campo Pisano, Funtana Perda e San Giovanni, sono concentrate le più importanti miniere piombo zincifere.

Per ciò che attiene le formazioni geologiche sulle quali sono stati deposti i bacini sterili dell'impianto mineralurgico di Seddas Moddizis oggetto di interventi, l'unica interessata è la formazione di Nebida mentre i materiali fini dilavati dalle acque di corrivazione superficiale sono stati trasportati a valle all'interno di una porzione del membro della Dolomia Rigata.

3.5 PAESAGGIO

L'elemento paesaggistico dominante nell'area è costituito dai bacini di decantazione degli sterili mineralurgici, strutture artificiali di chiara origine mineraria, molto invasivi ma caratterizzanti i paesaggi minerari e in quanto tali da preservare con la messa in opera di tutti gli interventi atti a evitare il protrarsi di eventuali processi di contaminazione in atto.

Tali manufatti sono individuati quali Beni paesaggistici ai sensi dell'art. 143 del D.Lgs. 42/02 in qualità di *invasi artificiali*. I "bacini" sono correttamente individuati come Discarica (Aree Degradate) e come tali rientranti nell'ambito della classe delle Aree di Recupero Ambientale, all'interno dell'Area mineraria dismessa di Campo Pisano (Anagrafe siti inquinati D. Lgs. 22/97 e D.M. 471/99 e s.m.i.) il cui perimetro abbraccia quasi per intero quello del Sito di Raccolta in progetto.

Le attività che storicamente hanno interessato l'ambito hanno determinato attraverso successive trasformazioni quello che oggi possiamo definire il "paesaggio minerario" caratteristico dell'area.

Fino agli anni '70 del secolo scorso l'area dei bacini sterili non era impegnata dall'attività mineraria in quanto ricadente dal punto di vista geologico all'interno della formazione degli argilloscisti di Cabitza che non è sede di giacimenti minerari. Le caratteristiche fisiche di tale litologia, caratterizzata da bassissima conducibilità idraulica, la morfologia di fondo valle e una maggior attenzione alle tematiche ambientali da parte delle società minerarie a partire dagli anni '60 del secolo scorso, fecero di quest'area la sede ottimale per l'edificazione dei bacini degli sterili mineralurgici.

Il primo bacino sterili fu edificato nel periodo 1974-1988. Nei primi anni '80 del secolo scorso l'area che successivamente fu occupata dal "nuovo bacino" si presentava vegetata in parte a macchia mediterranea e in parte a pascolo. Era già utilizzata a pascolo anche la porzione di suolo sul quale è prevista la realizzazione del Sito di Raccolta, all'interno del rettangolo rosso in Figura 85.

Con la realizzazione del nuovo bacino, a partire dal 1988, l'area ha subito una definitiva trasformazione radicale (vedi Figura 86).

Nonostante l’ingente dimensione superficiale coinvolta, i manufatti costituenti i bacini di sterili mineralurgici non appaiono, dai potenziali punti d’osservazione più frequentati, così invasivi come in altri casi analoghi (bacini di San Giovanni e di Montevecchio).

L’ampiezza dell’opera, fenomenale testimonianza della passata attività mineraria è percepibile soprattutto da punti d’osservazione “alti” o nelle immediate vicinanze.

Le attività agricole hanno subito un danno irreversibile di entità limitata, se si pensa che poche decine di ettari sono state sottratte a colture *povere* (pascolo e/o colture cerealicole).

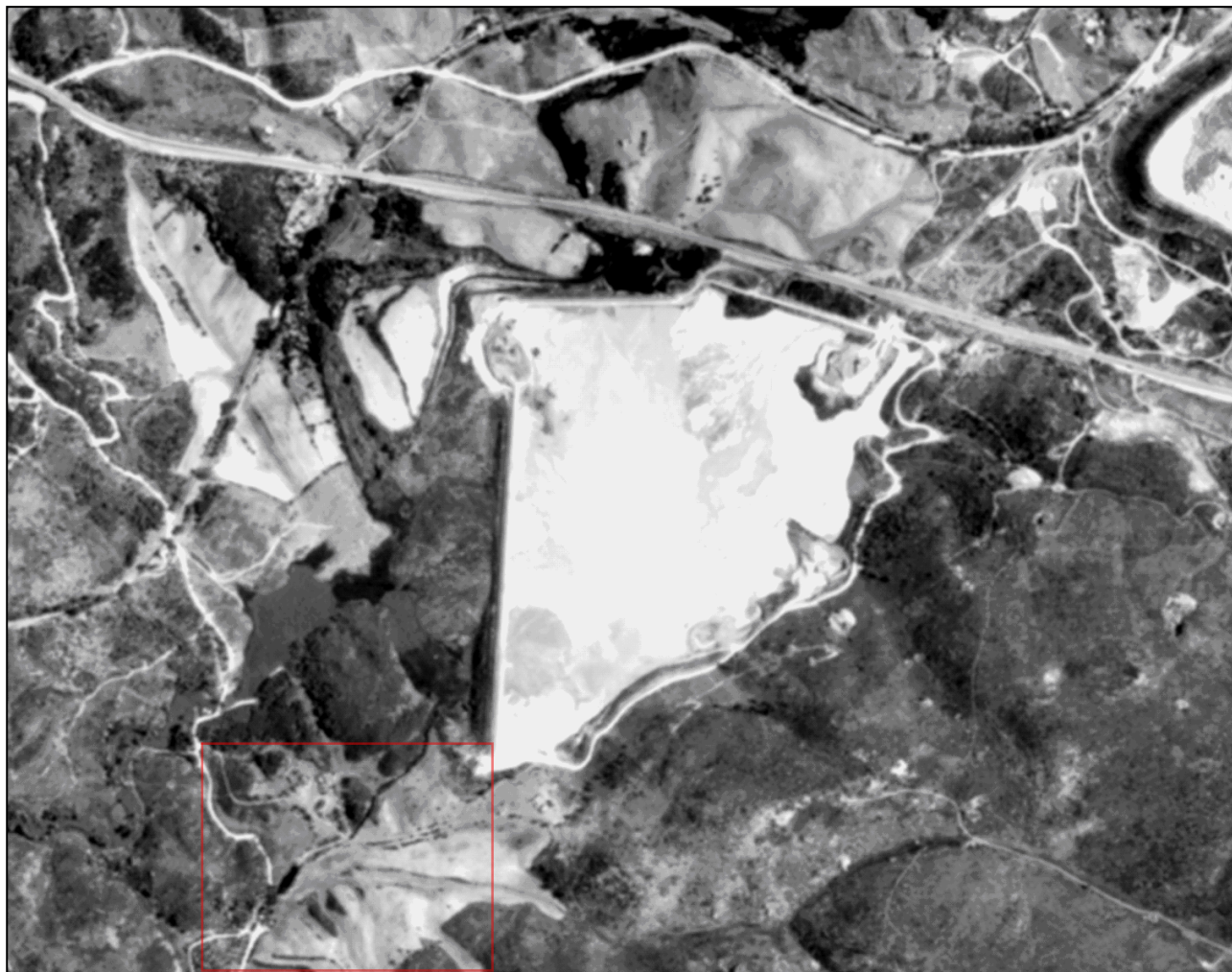


FIGURA 85 AEREA DELL’AREA DEI BACINI MINERALURGICI DI SAN GIORGIO NEI PRIMI ANNI ’80 DEL SECOLO SCORSO



FIGURA 86 FOTO AEREA DEL 2019. I BACINI STERILI DI SAN GIORGIO, IN POSIZIONE CENTRALE NELLA VALLE, SONO DOMINANTI RISPETTO A QUELLI DI SAN GIOVANNI, IN BASSO A SINISTRA E AL DEPOSITO FANGHI ROSSI MONTEPONI, IN ALTO A SINISTRA. DA SOTTOLINEARE A DESTRA IL RILIEVO DEL PIÙ "ANTICO" BACINO STERILI DI CAMPO PISANO

Allo stato attuale, gli interventi previsti in progetto perseguono i seguenti obiettivi, anche nel rispetto degli indirizzi d'ambito del P.P.R.:

- portare a perimetrare fisicamente in maniera certa l'area caratterizzata dalla presenza degli sterili mineralurgici per eliminare possibili vie di trasporto della contaminazione
- preservare le caratteristiche morfologiche dei bacini, quale peculiarità paesaggistica storica del ciclo del trattamento dei minerali
- migliorare la copertura vegetale dell'area per ridurre la polverosità.

Per quanto riguarda le modifiche all'assetto morfologico, che saranno determinate principalmente dalla realizzazione del Sito di Raccolta, si sottolinea come i relativi argini di contenimento avranno una conformazione analoga a quella degli argini dei bacini di San Giorgio esistenti; in particolare, l'argine ovest ne costituirà il naturale proseguimento. L'attuale chiusura a sud di quest'ultimo presenta due cambi di direzione quasi ad angolo retto mentre la configurazione generale del perimetro del Sito di Raccolta sarà più regolare. Anche i materiali adottati per la realizzazione degli argini saranno in parte gli stessi argilloscisti adoperati per gli altri bacini. Con la prevista sistemazione a verde degli argini si avrà un effetto estetico analogo a quello presente sull'argine del più vecchio dei bacini di San Giorgio o su parte degli argini dei bacini di San Giovanni, ben integrati nel paesaggio.

In sostanza, l'area individuata per la realizzazione del Sito di Raccolta si trova in un contesto fortemente antropizzato, nel quale l'elemento paesaggistico dominante è costituito da due bacini contigui di decantazione di fanghi sterili mineralurgici, eredità della pregressa attività mineraria. Nonostante le notevoli dimensioni superficiali coinvolte nella realizzazione dei due bacini di decantazione, tali manufatti non appaiono, dai potenziali punti di osservazione maggiormente frequentati, estranei ed incongrui ai caratteri peculiari compositivi del sistema paesaggistico.

Per tale ragione il Sito di Raccolta è stato progettato in modo tale da conferire all’opera una certa continuità sia con i bacini sterili, sia con il contesto paesaggistico che fa da cornice all’area di ubicazione delle strutture. La continuità dell’opera con il più recente dei bacini di San Giorgio è stata garantita sia dal punto di vista strutturale, in quanto i suoi argini ad ovest costituiranno il naturale proseguimento degli argini del suddetto bacino, sia dal punto di vista percettivo, in quanto la conformazione degli stessi argini e i materiali adottati per la loro realizzazione sono analoghi a quelli degli altri bacini.



FIGURA 87 PORZIONE DELL’ARGINE DEL BACINO FANGHI STERILI DI SAN GIORGIO REALIZZATO CON GLI ARGILLOSCISTI SCAVATI SUL POSTO



FIGURA 88 A DESTRA I BACINI DI DECAANTAZIONE DI SAN GIOVANNI I CUI ARGINI SONO IN PARTE RIVEGETATI

I bacini sono non particolarmente visibili, nonostante le dimensioni considerevoli, dall’asse viario principale, rappresentato dalla SS126; sono scarsamente visibili anche dalla città di Iglesias, schermata a sud dalle colline comprese fra Cuccuru Suergiu e Cuccu Mannu; sono pressoché invisibili dalla frazione abitata di

Bindua, più depressa altimetricamente rispetto ai bacini. Sono maggiormente visibili da punti più elevati e panoramici ma meno frequentati, in particolare dal villaggio di Monteponi, da quello di Monte Agruxau e dalla strada sterrata di collegamento Iglesias-miniera di San Giorgio.

Il Sito di Raccolta chiuderà in alto con una prima spianata a quota 143 m s.l.m. e una più alta, la principale, a quota 148 m s.l.m., separate dall'ultimo rilevato di contenimento che sarà arretrato rispetto ai precedenti verso monte di alcune decine di metri per ridurre l'altezza apparente dell'insieme dei rilevati e spezzare l'eccessiva regolarità dell'opera.

Sono proposte con le immagini a seguire alcune fotosimulazioni dell'intervento, con riferimento alla carta dell'intervisibilità e relativi punti di scatto significativi (Figura 89), che descrivono visivamente l'inserimento dell'opera nel paesaggio circostante.

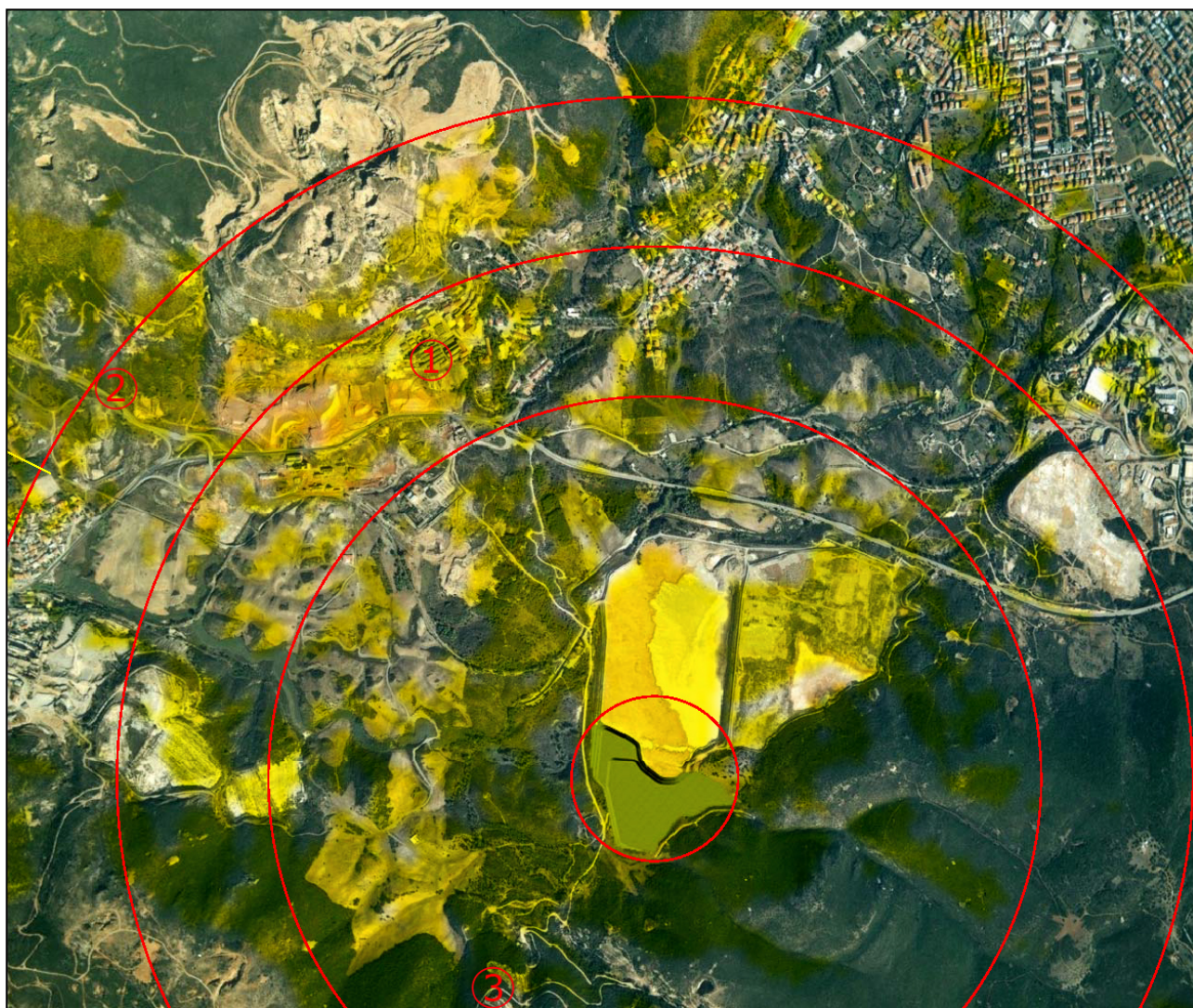


FIGURA 89 ORTOFOTOCARTA DELLA PORZIONE CENTRO-ORIENTALE DELLA VALLE DEL RIO SAN GIORGIO CON SOVRAPPOSTE LE AREE DI INTERVISIBILITÀ, RIPORTATE IN GIALLO. SONO INOLTRE RAPPRESENTATE LE CIRCONFERENZE CHE SEGNANO I LIMITI DI DISTANZA DAL SITO DI 1000 M, 1500 M E 2000 M



FIGURA 90 PUNTO DI OSSERVAZIONE 1 – STATO ATTUALE



FIGURA 91 PUNTO DI OSSERVAZIONE 1 – STATO DI PROGETTO



FIGURA 92 PUNTO DI OSSERVAZIONE 2 – STATO ATTUALE



FIGURA 93 PUNTO DI OSSERVAZIONE 2 – STATO DI PROGETTO

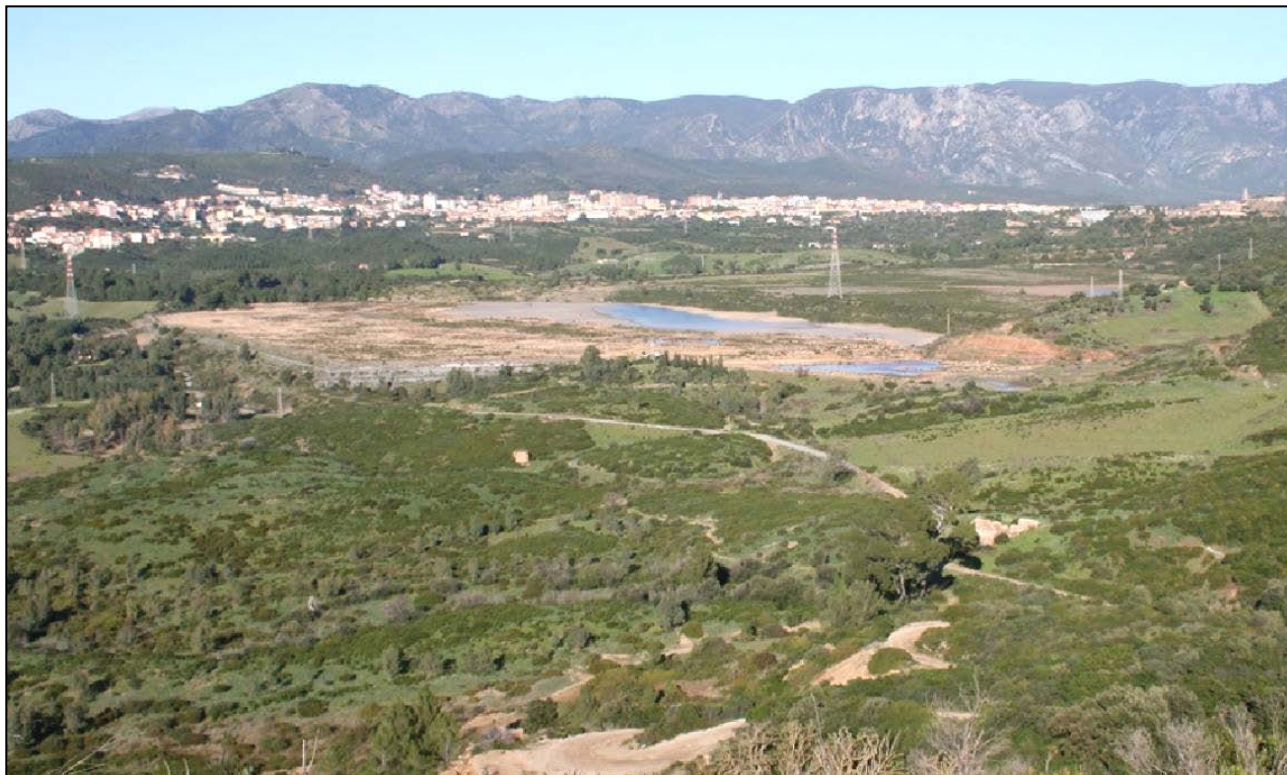


FIGURA 94 PUNTO DI OSSERVAZIONE 3 – STATO DI ATTUALE



FIGURA 95 PUNTO DI OSSERVAZIONE 3 – STATO DI PROGETTO

In merito alle opere di rinaturalizzazione si procederà attraverso la realizzazione di due differenti modelli, applicabili su differenti tipologie di inclinazione del substrato, in entrambi i casi impermeabilizzato. Gli interventi sono previsti sui due pseudo-piani a differenti altimetrie (143 e 148 m.s.l.m.) e relative scarpate.

Si prevedono 72.850 mq di superfici interessate dalla rivegetazione di spianate artificiali impermeabilizzate e 27.100 mq di superfici interessate dalla rivegetazione di scarpate artificiali impermeabilizzate.

Le scelte progettuali sono state orientate verso entità floristiche con apparati radicali poco sviluppati, ideali per il posizionamento su substrati impermeabilizzati al fine di prevenire danneggiamenti agli strati più profondi. Le sementi e le specie di progetto sono coerenti con l'acclività, la pedologia e l'assetto eco-floro-vegetazionale attuale dei siti di inserimento, al fine di massimizzare la resa dell'intervento e l'integrazione dell'intervento con il contesto ambientale, floro-vegetazionale, e quindi anche paesaggistico, di riferimento.

Per quanto riguarda la viabilità, la strada d'accesso principale verrà sistemata con pavimentazione in conglomerato bituminoso, per eliminare la polverosità durante il periodo della gestione del Sito di Raccolta e accelerare le operazioni di trasporto. Le piste perimetrali avranno quasi tutto il fondo rivestito con conglomerato bituminoso in quanto dovrà essere garantita la loro funzionalità per tutto il periodo di gestione del Sito senza dover ricorrere a continue manutenzioni che possono essere causa di ritardo nei lavori. La loro fruizione proseguirà anche successivamente alla chiusura del Sito, per le dovute manutenzioni e controlli post-operam all'interno dell'area, soprattutto per quanto riguarda la sistemazione *a verde* delle superfici rinaturate.

Nell'area sono presenti numerose piste sterrate all'interno della superficie del Sito, che saranno quasi integralmente ricoperte dai materiali da depositare.

La tipologia di recinzione prevista, in rete zincata sostenuta da paletti in acciaio è già presente nell'area, al contorno di alcuni tratti dei bacini sterili di San Giorgio e non rappresenta quindi una novità.

Gli interventi previsti nei CdP di Campo Pisano, Monte Agruxau, Seddas Moddizzis prevedono lo scavo degli sterili di miniera in un ambiente altamente antropizzato e caratterizzati dalla presenza di opere e manufatti propri della passata attività mineraria. Gli interventi sulla viabilità interna ed esterna consistono nella manutenzione ordinaria del fondo stradale e delle canalette laterali e non comportano modifiche, in generale, allo stato dei luoghi. La scelta di specie endemiche per le opere di rivegetazione consentirà, oltre che di poter destinare le aree a nuovi e diversi usi, di integrarle a livello ambientale e paesaggistico con il contesto di riferimento.

In particolar modo per le aree di Monte Agruxau e Seddas Moddizzis, la rimozione dei residui minerari restituirà delle superfici nude, che seguiranno un andamento morfologico naturale, così come si presentava precedentemente alla messa in posto degli abbancamenti di residui minerari. Il ripristino ambientale ha anche lo scopo di neutralizzare il contrasto tra la roccia emersa e la vegetazione circostante: con tale intervento verranno accelerati i processi di rinaturalizzazione delle aree di intervento ed il risultato finale sarà quello di un territorio che, pur modificato dagli interventi di rimozione dei residui minerari, si presenterà con un scenario dal quale emergerà l'armonia non solo dal punto di vista geomorfologico, ma anche cromatico, restituendo naturalità all'intero assetto paesaggistico.

Si riportano nelle seguenti, come unico esempio rappresentativo, le simulazioni fotografiche delle aree di intervento di Seddas Moddizzis.

In queste, nella situazione post operam, nonostante la schematizzazione adottata nella rappresentazione della superficie rivegetata e la scelta cromatica non propriamente realistica, è evidente il risultato ottenibile con le attività di ripristino vegetazionale volte a restituire l'originaria naturalità alle aree di abbancamento degli sterili da rimuovere.



FIGURA 96 AREA DI SEDDAS MODDIZZIS, VISTA DA SUD DEL CENTRO DI PERICOLO 32 – STATO ATTUALE



FIGURA 97 AREA DI SEDDAS MODDIZZIS, VISTA DA SUD DEL CENTRO DI PERICOLO 32 – FOTOSIMULAZIONE



FIGURA 98 AREA DI SEDDAS MODDIZIS, VISTA DA EST DEL CENTRO DI PERICOLO 33 – STATO ATTUALE



FIGURA 99 AREA DI SEDDAS MODDIZIS, VISTA DA EST DEL CENTRO DI PERICOLO 33 – FOTOSIMULAZIONE

Le attività in progetto lungo l'alveo del Rio San Giorgio, tenuto conto degli interventi di rivegetazione tendenti, fra l'altro, a favorire il ripristino di condizioni di naturalità, non contrastano con le esigenze di conservazione e tutela, finalizzate al mantenimento delle caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie in modo da preservarne lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche, compatibilmente con quanto disposto dall'art.143 del D.Lgs. n. 42/04 e succ. mod., comma 2.a (2. *In funzione dei diversi livelli di valore paesaggistico riconosciuti, il piano attribuisce a ciascun ambito corrispondenti obiettivi di qualità paesaggistica. Gli obiettivi di qualità paesaggistica prevedono in particolare: a) il mantenimento delle caratteristiche, degli elementi costitutivi e delle morfologie, tenuto conto anche delle tipologie architettoniche, nonché delle tecniche e dei materiali costruttivi; [...]*).

Le modificazioni prodotte sull'alveo del Rio San Giorgio come conseguenza dell'attività mineraria hanno portato a una pressoché totale scomparsa degli aspetti maturi di bosco e boscaglia ripariale; al posto di tali comunità naturali, il consistente apporto di fango lungo il corso del torrente ha favorito l'insediamento di estese comunità elofitiche, dominate da cannuccia di palude (*Phragmites australis*) o tifa (*Typha latifolia* e *T. angustifolia*).

Le modifiche progettuali per le quali si è resa necessaria la stesura del presente studio, consistenti sostanzialmente nella sistemazione idraulica dell'alveo con il conseguente inserimento di briglie in sezioni specifiche, non sono tali da influenzare la sensibilità paesaggistica dell'area rispetto alle superate soluzioni tecniche. Al contrario, tali manufatti consentiranno, grazie al controllo delle pendenze e quindi della velocità delle correnti, la rapida rivegetazione dell'alveo derivante dall'impianto dei bulbi e dei rizomi recuperati durante le fasi di scavo (intervento non previsto in precedenza), finalizzata al miglioramento delle caratteristiche ambientali del sistema fluviale nel suo complesso e all'immediato ripristino delle capacità autodepurative.

Le opere di rinaturalizzazione prevedono sia la ricostruzione della fascia riparia che di quella golenale, anche in ottemperanza alle prescrizioni VIA (2012).

Le fasce riparie allo stato attuale forniscono un contributo alle capacità autodepurative ridotto rispetto a quello che potenzialmente potrebbero avere col pieno sviluppo della vegetazione così come previsto con le attività in progetto. È previsto l'utilizzo di miscela di sementi dotate di certificazione di origine, di cui una quota parte derivante da moltiplicazione a partire da germoplasma locale, in proporzione alla reperibilità dello stesso. A queste attività di rinverdimento seguiranno attività consistenti nella rivegetazione arbustiva mediante la piantumazione controllata di specie endemiche opportunamente selezionate in funzione delle caratteristiche morfologiche delle aree da rivegetare.

In riferimento ai nuclei di vegetazione arbustiva e arborea costituiti da esemplari alloctoni (palme ed eucaliptus, ad esempio) presenti in alcuni tratti dell'alveo, sarà valutata caso per caso, in fase esecutiva e operativa, l'opportunità di una loro asportazione; è prevista invece la totale salvaguardia delle specie di interesse e valore naturalistico, per le quali si dovrà procedere con l'asportazione dei materiali contaminanti presenti nell'immediato intorno con mezzi di ridotte dimensioni o eventualmente a mano.

Qualora si rendesse necessario l'espianto di esemplari/nuclei arborei autoctoni (lecci, sughere, olivastri, tamerici) interferenti con le attività di cantiere, si dovrà provvedere al successivo reimpianto in aree con ambienti coerenti sotto il profilo biotico e abiotico, identificate preliminarmente in settori contermini ai siti di prelievo.

3.6 SALUTE PUBBLICA

L'obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana, è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere e del loro esercizio con gli standard ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo periodo.

Gli aspetti significativi in tali termini, considerando la tipologia di opere in esame, riguardano principalmente la produzione di rumore, la produzione e dispersione di polveri e la salubrità delle acque.

In relazione alle prime due componenti, il rumore e la dispersione di polveri, è evidente come queste hanno un potenziale impatto essenzialmente nella fase di esecuzione dei lavori.

Il clima acustico è influenzato essenzialmente da due differenti tipologie operative: dal rumore prodotto dalle macchine operatrici interne al cantiere e da quello prodotto dai mezzi pesanti di cantiere lungo la viabilità locale del territorio. Per quanto riguarda il primo aspetto, si sottolinea come le aree di cantiere siano dislocate in ambiti scarsamente antropizzati e quindi privi di ricettori sensibili. Per quanto riguarda le emissioni sonore prodotte all'interno del Sito di raccolta, si è riscontrata l'assenza di ricettori ad uso residenziale entro un raggio di 1.300 metri da detto sito, distanza che consente di poter affermare come i livelli di rumore prodotti non sia tale da poter alterare il clima acustico di aree abitate. Per quanto riguarda il traffico indotto, pur premettendo che la movimentazione degli sterili di miniera dai CdP al Sito di Raccolta avverrà utilizzando piste essenzialmente anch'esse interne all'area di cantiere, nell'ambito della redazione della VIA, approvata nel 2012, è stato prodotto al fine della previsione dell'impatto acustico un modello di simulazione acustica in relazione agli abitati limitrofi alle infrastrutture percorse dai mezzi, modello caratterizzato da fattori e parametri quali, principalmente, la disposizione e la forma degli edifici, la tipologia e la topografia del sito, le barriere antirumore, la tipologia del terreno e gli effetti meteorologici. Unico nucleo abitativo potenzialmente interessato dagli impatti indotti da tale tipologia di traffico risulta essere quello di Bindua, attraversato dalla strada statale SS126 ed utilizzata come itinerario dai flussi. I risultati ottenuti in quella fase hanno dimostrato che i livelli di rumore sono di bassa intensità anche a breve distanza dall'infrastruttura (a soli 10 metri di distanza dalla sorgente sonora, infatti, sono stati stimati 55,1 dB(A), limite inferiore a quello normativo) e che, quindi, la quantità di traffico indotto dalle operazioni in progetto non sia tale da modificare il clima acustico dell'area, che si manterrà pertanto rispettoso dei limiti normativi vigenti. Nel Piano di Monitoraggio allegato alla VIA è prevista ad ogni modo una campagna di monitoraggio, sia ante che post operam.

In merito alla emissione di polveri, le azioni di progetto potenzialmente alle origini degli impatti sono identificate nello scavo e successiva movimentazione dei sedimenti e nelle operazioni dei mezzi di cantiere con riferimento alla produzione polveri per effetto del risollevarimento generato dal transito sulle aree di lavoro e sulle piste non asfaltate nonché dalle emissioni di scarico dei motori. Già nell'ambito della redazione della VIA (2012), al fine di determinarne i potenziali impatti, quale inquinante di riferimento per lo studio sono state considerate le polveri sottili (PM₁₀). L'analisi metodologica, in quella fase, era stata basata sulle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPA Toscana e adattate per l'area in esame. I risultati delle analisi e delle stime effettuate (che non sono riportate qui per brevità di trattazione), valutati i risultati emersi sia in termini generali sia in rapporto al contesto locale interessato, hanno dimostrato la compatibilità degli interventi; in relazione alle lavorazioni previste in particolare presso il Sito di Raccolta (privo di ricettori entro un raggio di oltre un chilometro), lo studio, centrato sulle emissioni di PM₁₀ in ragione delle sorgenti presenti (operazioni dei mezzi di cantiere e movimentazione dei sedimenti) ha restituito un valore medio di emissione oraria entro i limiti di legge già nelle immediate vicinanze delle aree di lavorazione.

In riferimento alla salubrità delle acque, è utile richiamare i risultati degli studi relativi alla caratterizzazione qualitativa derivante dai campionamenti effettuati lungo l'asta del Rio San Giorgio (Piano di investigazione dell'asta Fluviale del Rio San Giorgio - ottobre 2009, redatto ai sensi del D.Lgs. 471/99), i quali hanno evidenziato la capacità di rilascio di ioni metallo e quindi la potenziale contaminazione diretta sulle acque scorrenti nel rio da parte dei sedimenti. In base a tali indagini, e a quelle integrative realizzate in seguito alle prescrizioni espresse in fase di istruttoria di VIA (prot. 18155 del 9/08/2011), sono state definite le sezioni risultanti a seguito degli interventi di rimozione e delle volumetrie da asportare, a cui, ad ogni modo, *"è necessario effettuare preliminarmente all'attività di rimozione una campagna integrativa di*

sondaggi per la determinazione puntuale dei volumi da rimuovere⁴”, la quale sarà oggetto di ulteriori approfondimenti progettuali. Ulteriori studi effettuati dal team di ricerca del prof. De Giudici, già richiamati nella presente relazione al paragrafo 2.2.3.2 - *Approfondimento sui nuovi studi e relative modifiche progettuali*, hanno permesso di valutare inoltre i livelli del carico dei principali inquinanti (tra i quali lo Zinco) nonché di comprendere il ruolo fondamentale della copertura vegetale attualmente presente lungo l'alveo del fiume in termini di azione fitodepurativa e di *immobilizzazione di metalli nei sedimenti del fiume*.

Lo scenario è, oggi, quello di una valle cosparsa di diversi CdP che, con differente grado di pericolosità, rilasciano i materiali contaminati verso l'alveo del Rio San Giorgio, e da qui si riversano verso il sistema paludare di Sa Masa, compromettendone ulteriormente la salubrità.

Lo stesso alveo del Rio San Giorgio è identificabile come un CdP, in quanto ha il fondo ricoperto di fini mineralurgici, a causa degli sversamenti diretti dei fluidi stoccati nei bacini di decantazione al servizio degli impianti minerari, in precedenza con finalità di recupero di volumetrie utili all'interno degli stessi bacini.

L'alveo del Rio San Giorgio si ritrova ad essere, oggi, contemporaneamente sia bersaglio della contaminazione, proveniente dai fini dislocati nelle aree minerarie ubicate nel bacino idrografico di competenza, sia CdP per il sistema paludare Sa Masa, nel quale i contaminanti giungono sia in forma solida sia in sospensione. Oggi, a oltre 10 anni dalla cessazione dell'attività mineraria, è possibile fotografare una situazione che in molte sub-aree minerarie è caratterizzata da evoluzione in senso positivo, con la rivegetazione naturale di alcune superfici di “discarica” e il graduale miglioramento delle caratteristiche ambientali. In altre sub-aree si assiste invece a fenomeni di degrado, a causa soprattutto dell'erosione da parte delle acque meteoriche.

Più in generale, l'intervento di bonifica dell'alveo del rio San Giorgio è pertanto legato al progetto di bonifica e ripristino ambientale dello stagno di Sa Masa: infatti, i principali apporti potenziali di inquinanti allo stagno, in fase solida, provengono direttamente dagli stessi fini abbancati lungo l'alveo, e indirettamente dagli abbancamenti delle aree di Campo Pisano, Monte Agruxau e San Giovanni, per effetto dei processi di dilavamento ad opera delle acque superficiali.

Per quanto concerne la scelta dei centri di pericolo da bonificare oggetto di progetto, si è deciso di intervenire su quelli che presentano una maggiore pericolosità in termini di contenuto di inquinanti nonché sugli abbancamenti facilmente movimentabili e trasportabili dalle acque superficiali verso l'alveo del rio San Giorgio; sono stati esclusi i bacini di fanghi sterili di maggiori dimensioni, generalmente dotati di un sistema efficace di arginamento, sui quali sarà più opportuno, dal punto di vista tecnico-economico, effettuare interventi di messa in sicurezza permanente. I processi di diffusione della contaminazione vengono amplificati dalla presenza di alti tenori di fini all'interno dei cumuli di rifiuti, nei quali si concentra la più alta percentuale di contaminanti e sono più facilmente trasportabili sia dalle acque di ruscellamento superficiale sia dal vento e dalla concomitante presenza di un impluvio, attraverso il quale gli elementi contaminati vengono trasportati verso valle dalle acque. La scelta dei CdP da rimuovere è stata ponderata in funzione del fattore chimico-fisico dei cumuli (presenza di fini – tenori dei contaminanti) e in funzione della facilità da parte dei cumuli di dilavamento. A completamento di tali interventi, e al fine di eliminare tutte le principali cause di trasporto in alveo di sterili mineralurgici “fini”, il progetto per la realizzazione del sito di raccolta prevede inoltre la rimozione di tutti i depositi dell'area di Campo Pisano immediatamente a monte del rio San Giorgio suscettibili di erosione da parte delle acque meteoriche superficiali e dei due bacini di Monte Agruxau che presentano maggiori criticità per quanto concerne la stabilità degli argini e le interferenze con l'idrografia superficiale.

⁴ Progetto definitivo – Elaborato *E01_RSG_CI*, IGEA

3.7 RIFIUTI

Il progetto del Sito di raccolta in località San Giorgio – Casa Massidda ha l'obiettivo di stoccare i materiali attualmente abbancati in alcune aree minerarie della stessa area vasta.

Nel progetto del Sito di Raccolta è previsto che vengano abbancati i seguenti materiali:

1. Rifiuti presenti nei depositi minerari e mineralurgici ubicati nell'area mineraria di Campo Pisano;
2. Sterili mineralurgici abbancati in due bacini sterili all'interno dell'area mineraria di Monte Agruxau;
3. Rifiuti mineralurgici abbancati in bacini e depositi minerari presso l'area di Seddas Moddizis;
4. Sedimenti depositatisi, per effetto di dilavamento di depositi minerari e mineralurgici, lungo l'alveo del Rio San Giorgio.

Nell'ambito del piano della caratterizzazione del rio San Giorgio, Valle di Iglesias, (comuni di Iglesias e Gonnese), redatto dall'Igea e acquisito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio-Direzione per la Qualità della Vita al protocollo 17655/QdV/DI del 15/10/2004 e approvato in sede di conferenza di servizi decisoria, ex art.14, della legge 241/90, svoltasi a Roma il 06/12/2004, presso il MATT, si è provveduto all'individuazione e classificazione dei centri di pericolo per ciascuna area mineraria.

Le campagne di indagine sono state condotte per ciascuna area mineraria ed in ciascun centro di pericolo col prelievo di campioni superficiali (0-30 cm), esecuzione di sondaggi geognostici, prelievo di campioni d'acqua superficiale e profonda, etc. Su ciascun campione sono state eseguite le analisi chimico-fisiche allo scopo di individuare il tipo e la concentrazione dei contaminanti, e sul 20% dei campioni totali sono stati eseguiti i test, condotti secondo la procedura UNI 10802."

Per quanto riguarda i depositi minerari da conferire al Sito di Raccolta, si riporta di seguito relativa classificazione afferente ad ogni sito, caratterizzati ai sensi del **D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 117⁵, al comma 2) dell'allegato I, CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI DI ESTRAZIONE**, che prescrive la "classificazione dei rifiuti di estrazione ai sensi della voce pertinente della decisione 2000/532/CE⁶, con particolare riguardo alle caratteristiche di pericolosità".

I dati riportati si riferiscono alle indagini predisposte nell'ambito della stesura del progetto definitivo (già sottoposto alla procedura di VIA – 2012). È proposto inoltre il confronto tra la volumetria prevista nel progetto definitivo e quella stimata a seguito della modellazione eseguita a seguito delle indagini integrative nel Progetto Esecutivo.

Campo Pisano

Tipologia di rifiuto in base alla composizione e al processo di provenienza:

- **CER 01 01 (rifiuti prodotti dall'estrazione di minerali)**
- **CER 01 03 (rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi)**

⁵ Attuazione della Direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive e che modifica la Direttiva 2004/35/CE.

⁶ **Decisione CE 3 maggio 2000, n. 232**, (Sostituzione della decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CE del Consiglio relativa ai rifiuti e della decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE).

La Decisione 2000/532/CE, che è stata recepita con Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 9 aprile 2002, costituisce l'allegato D, parte IV, D.Lgs. 152/2006 e s.m.i "Elenco dei rifiuti istituito conformemente all'articolo 1, lettera a) della direttiva 75/442/CE relativa ai rifiuti e all'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi di cui alla decisione della Commissione 2000/532/CE del 3 maggio 2000 (Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 9 aprile 2002)".

Per definire il codice complessivo è stata verificata la presenza di sostanze pericolose eccedenti i limiti normativi, in quanto tali rifiuti non si possono classificare pericolosi unicamente in ragione dell’attività produttiva che li ha generati. Le analisi di laboratorio⁷ risultano quindi indispensabili per l’attribuzione dei codici a “specchio” per i quali si richiede di confrontare i dati di laboratorio con i valori limite imposti dalla normativa (Tabella 4).

TABELLA 4 IN GRASSETTO SONO STATI EVIDENZIATI I TENORI ECCEDENTI I LIMITI NORMATIVI.

<i>Tenore della contaminazione nei rifiuti asportati</i>				
<i>Centro di pericolo</i>	<i>As [mg/kg]</i>	<i>Cd [mg/kg]</i>	<i>Hg [mg/kg]</i>	<i>Pb [mg/kg]</i>
9	75,5	87,8	47,9	5.368
11	59,4	158,6	20,7	5.246
12	78,3	1243,8	38,4	7.390
14	29,9	132	17,3	4.740
15	50,3	124,8	20,8	6.242
3*	39	532	3	2.378
10	23,8	99	16,5	3.180
13	18,1	111,6	11	3.101
19	21,1	73,3	3,9	2.200
20	1	14,3	1,9	557
21	57,1	85,5	19,4	6.732
23	44,2	41	3,6	4.336
<i>Valore limite rifiuti pericolosi D.Lgs 152/06 Part.IV All.D</i>				
[mg/kg]	1.000	1.000	1.000	5.000

*Per la caratterizzazione dei rifiuti presenti nel CP 3 ci si è avvalsi dei risultati delle analisi eseguite su dei campioni superficiali

⁷ Per la caratterizzazione di natura chimica dei rifiuti da asportare dal centro di pericolo 3, per il quale non sono stati eseguiti dei sondaggi, ci si è avvalsi dei risultati delle analisi eseguite sui campioni superficiali, prelevati mediante pozzetti nel corpo della stesa discarica, mentre per gli altri centri di pericolo il tenore dei contaminanti è stato stimato sulla base dei risultati analitici eseguiti nei campioni prelevati tramite sondaggi lungo lo spessore interessato alla rimozione.

Di seguito si riporta il computo dei rifiuti da asportare, accorpati in funzione del codice CER di pertinenza.

TABELLA 5 COMPUTO RIFIUTI DA ASPORTARE DALL'AREA DI CAMPO PISANO, IN FUNZIONE DEL CODICE CER

Centro di pericolo	Classificazione	Codice CER
11	<i>Discariche contenenti sostanze pericolose</i>	01 03 05* Altri sterili contenenti sostanze pericolose
12		
10	<i>Discariche contenenti sostanze non pericolose</i>	01 01 01 - Rifiuti da estrazione di minerali metalliferi
20		
9	<i>Abbandamenti contenenti sostanze pericolose</i>	01 03 07* Altri rifiuti contenenti sostanze pericolose prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi
14		
15		
21		
3	<i>Abbandamenti contenenti sostanze non pericolose</i>	01 03 06 - Sterili diversi da quelli di cui alle voci 01 03 04 e 01 03 05
13		
19		
23		

Nella *Tabella 6* sono stati riportati i valori del pH dei campioni prelevati dai diversi sondaggi e campioni eseguiti nei corpi delle discariche, e dalla stessa emerge che i valori di pH si attestano, mediamente, in un intervallo compreso tra ca. 7 e 9: tale situazione permette di escludere la possibilità del verificarsi di rilasci acidi dopo il conferimento dei diversi materiali al Sito di Raccolta.

TABELLA 6 pH

Centro di pericolo	Sigla campione	pH	Centro di pericolo	Sigla campione	pH
3	3A	8,018	20	CP20G0987	9,137
9	9B	7,211		CP20G0988	9,197
10	10C	6,308		CP20G0989	9,223
11	CP11U1584	8,577		CP20G0990	9,289
	CP11U1585	5,755		CP20G0991	9,430
	CP11U1586	6,190		20E	8,710
	CP11U1587	7,931	21	CP21R1506	7,415
	CP11U1588	8,605		CP21R1507	7,189
12	CP12SD12F	7,840		CP21R1508	6,662
13	13C	6,086		CP21R1509	5,805
14	CP14SD14C	7,301		CP21R1510	7,788
15	15A	7,141		CP21SD21P	7,697
19	CP19L1572	7,482	23	21E	7,647
	CP19L1573	7,284		CP23M1003	7,688
	CP19L1574	7,492		CP23M1004	7,984
	CP19L1575	7,524		CP23M1005	7,514
				23C	6,691

I residui minerari dell'area di Campo Pisano sono essenzialmente riconducibili a due distinte classi:

- Sterili di trattamento mineralurgico per via idrogravimetrica o per flottazione aventi caratteristiche granulometriche proprie delle sabbie e dei limi (**Sterili mineralurgici tipologia 1**)
- Sterili minerari-mineralurgici grossolani con caratteristiche granulometriche proprie delle ghiaie e delle sabbie (**Sterili mineralurgici tipologia 2**).

Nella *Tabella 7* sono stati racchiusi i dati più importanti per le due tipologie di rifiuti presenti nell'area.

TABELLA 7 CARATTERISTICHE FISICHE DELLE DUE TIPOLOGIE DI RIFIUTI PRESENTI NELL'AERA MINERARIA DI CAMPO PISANO

<i>Materiali</i>	<i>frazione sul totale %</i>	<i>banco [kg/dm³]</i>	<i>rigonfiamento [%]</i>	<i>fattore di carico</i>	<i>mucchio [kg/dm³]</i>
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - asciutti)</i>	30	1,8	40	0,71	1,29
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - bagnati)</i>	70	2,2	40	0,71	1,57
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 2 - asciutti)</i>	70	1,8	10	0,91	1,63
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 2 - bagnati)</i>	30	2,2	10	0,91	2,00
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 – media)</i>	100	2,08	40	0,71	1,49
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 2 - media)</i>	100	1,92	10	0,91	1,75

Nella *Tabella 8* si riportano i risultati dei test di cessione messi a confronto con i limiti della tabella 2 -CSC acque sotterranee- dell'allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. 152/2006, ed in corsivo e grassetto sono state evidenziate le analisi per le quali è stato rilevato il superamento dei suddetti limiti.

TABELLA 8 RISULTATI DEI TEST DI CESSIONE

<i>Centro di pericolo</i>	<i>Sigla campione</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>Sb</i>	<i>Se</i>	<i>SO₄</i>
		<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>
3	3A	0,21	0,01	< 0,001	0,003	0,003	<0,00050	0,002	0,0041	14,36
9	9B	16,32	0,09	< 0,0010	0,34	0,037	<0,00050	< 0,0005	0,005	1.356,46
10	10C	56,01	0,387	< 0,0010	0,3	0,12	<0,00050	< 0,0005	0,015	1.754,18
11	CP11U1584	0,192	0,08	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	147,2
	CP11U1585	141,59	0,1	<0,001	1,401	0,271	<0,0005	<0,0005	0,03	3.247,20
	CP11U1586	116,41	0,051	<0,001	0,838	0,21	<0,0005	<0,0005	0,024	3.016,40
	CP11U1587	3,1	0,009	<0,001	0,019	0,042	<0,0005	<0,0005	<0,001	2.395,10
	CP11U1588	7,23	0,024	<0,001	0,054	0,026	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.022,40
	CP11U1589	0,284	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	706,3
12	CP12SD12F	0,76	0,023	<0,001	0,022	0,004	<0,0005	<0,0005	0,002	84,63
13	13C	28,66	0,11	< 0,0010	0,26	0,094	<0,00050	< 0,0005	0,016	1.567,46
14	CP14SD14C	10,11	0,234	<0,001	0,467	0,028	0,024	<0,0005	0,02	1.400,64
15	15A	10,67	0,227	< 0,0010	0,045	0,021	<0,00050	<0,0005	0,007	142
19	CP19L1572	2,47	0,032	<0,001	0,044	0,038	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.781,50
	CP19L1573	4,52	0,042	<0,001	0,275	0,046	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.877,20
	CP19L1574	0,802	<0,001	<0,001	0,042	0,024	<0,0005	<0,0005	<0,001	991,2
	CP19L1575	2,46	<0,001	<0,001	0,037	0,048	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.799,10
20	CP20G0987	0,081	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	13,8
	CP20G0988	0,043	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
	CP20G0989	0,026	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
	CP20G0990	0,025	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
	CP20G0991	0,021	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
	20E	87,96	51,65	0,152	0,774	5,337	<0,00050	<0,0005	2,127	57,7
21	CP21R1506	1,17	0,023	<0,001	0,013	0,05	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.693,20
	CP21R1507	1,3	0,056	<0,001	0,013	0,045	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.352,30
	CP21R1508	0,763	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	121,1
	CP21R1509	3,91	0,165	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	147,2
	CP21R1510	0,119	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	0,03	<0,001	90,4
	CP21SD21P	0,614	0,599	<0,001	0,007	0,007	<0,0005	<0,0005	0,007	29,93
	21E	7111	63,956	0,678	115,437	42,671	0,0035	<0,0005	3,693	1.042,60
23	CP23M1003	0,079	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	23,5
	CP23M1004	0,048	<0,001	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	115,3
	CP23M1005	1,31	0,099	<0,001	0,047	0,029	<0,0005	<0,0005	<0,001	1.225,20
	23C	873,13	2,282	0,0018	7,496	0,415	< 0,00050	< 0,0005	0,023	4.760,70
D.Lgs. 152/2006 allegato 5 al titolo V della parte IV										
Tabella 2 (acque profonde)		3	0,01	0,01	0,005	0,02	0,001	0,005	0,01	250

Nella seguente Tabella 9 si riporta un confronto delle volumetrie dei CdP:

- A) così come stimate nel Progetto Definitivo
- B) così come stimate a seguito della modellazione eseguita a seguito delle indagini integrative nel Progetto Esecutivo
- C) tecnicamente asportabile

TABELLA 9 COMPUTO RIFIUTI DA ASPORTARE DALL'AREA DI CAMPO PISANO

	Volumi da stima PD	Volumi da modellazione PE	Volume scavo progetto
CP-3	2.880	n.d.	200
CP-9	6.443	n.d.	800
CP-10	26.327	n.d.	8.000*
CP-11A	94.226	8.100	8.100
CP-11B		13.800	13.800
CP-11C		80.000	50.000
CP-12	15.076	14.400	14.400
CP-19	16.812	15.600	15.600
CP-13	9.607	n.d.	175
CP-14	7.136	4.400	9.500
CP-15	6.204	9.000	
CP-20	7.649	n.d.	5.300
CP-21	20.113	RSG	RSG
CP-23	12.554	9.900	4.470
Area industriale	23.100	n.d.	750
TOTALI	248.127	<i>155.200 + n.d.</i>	136.259

n.d.: per i CdP nei quali è prevista la MISP e in quelli dove i depositi sono appoggiati su strutture antropiche sepolte non è stato stimato il volume complessivo degli stessi

Monte Agruxau

Le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali da rimuovere, presentano delle peculiarità dettate dalla loro origine. Nei bacini venivano riversati i rifiuti degli impianti di flottazione, costituiti da una sospensione acquosa di particelle di solido finemente macinato (i diametri dei grani generalmente avevano dimensioni inferiori ai 100µm), mentre la fase acquosa era caratterizzata dalla presenza di residui dei composti chimici, organici ed inorganici, indispensabili per realizzare la separazione delle varie specie cristalline. Le rese in peso con cui operavano gli impianti di flottazione nel caso dei grezzi metalliferi, quali blenda, galena, calamina, si aggirava intorno al 10%, quindi una buona percentuale del grezzo estratto andava a costituire quella porzione, priva di valore commerciale, denominata comunemente "sterile".

In base ad indagini eseguite su campioni di "sterili" è emerso che questi sono costituiti fondamentalmente da sabbie fini e limi. Si riporta di seguito una tabella nella quale sono stati racchiusi i dati più importanti per tali tipologie di rifiuti.

TABELLA 10 CARATTERISTICHE FISICHE DEI RESIDUI MINERALURGICI PRESENTI NEI BACINI.

Materiali	banco [kg/dm³]	rigonfiamento [%]	fattore di carico	ρ mucchio [kg/dm³]
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - asciutti)</i>	1,8	40	0,71	1,29
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - bagnati)</i>	2,2	40	0,71	1,57
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - media)</i>	2,08	40	0,71	1,49

Tipologia di rifiuto in base alla composizione e al processo di provenienza:

- **CER 01 03 (rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi)**

Per definire il codice complessivo si è verificata la presenza di sostanze pericolose eccedenti i limiti normativi, in quanto tali rifiuti non si possono classificare pericolosi unicamente in ragione dell'attività produttiva che li ha generati. Le analisi di laboratorio risultano quindi indispensabili per l'attribuzione dei codici a "specchio" per i quali si richiede di confrontare i dati di laboratorio con i valori limite imposti dalla normativa.

TABELLA 11 TENORE DELLA CONTAMINAZIONE NEI RIFIUTI RIMOSSI (IN GRASSETTO SONO STATI EVIDENZIATI I TENORI PER I QUALI UNO O PIÙ TENORI DEI CONTAMINANTI, SUPERANO I LIMITI NORMATIVI.)

<i>Tenore della contaminazione nei rifiuti rimossi</i>				
<i>Centro di pericolo</i>	<i>As [mg/kg]</i>	<i>Cd [mg/kg]</i>	<i>Hg [mg/kg]</i>	<i>Pb [mg/kg]</i>
9	105,0	223,8	30,4	6.780,8
13	57,1	253,9	23,0	10.930,5
<i>Valore limite rifiuti pericolosi D.Lgs 152/06 Part.IV All.D</i>				
[mg/kg]	1.000	1.000	1.000	5.000

Sulla base di questi risultati, è stato attribuito il codice corrispondente alla tipologia di rifiuti presenti nei due bacini.

Codice CER → 01 03 07*: Altri sterili contenenti sostanze pericolose

Classificazione → Abbancamenti e bacini di decantazione contenenti sostanze pericolose

Si riporta di seguito una tabella con i valori del pH dei campioni prelevati dai diversi sondaggi, dalla quale emerge che i valori di pH si attestano, mediamente, in un intervallo compreso tra 7,7 e 8,89: Tale situazione permette di escludere la possibilità del verificarsi di rilasci acidi dopo il conferimento dei diversi materiali al Sito di Raccolta.

TABELLA 12 pH

<i>Centro di pericolo</i>	<i>Sigla campione</i>	<i>pH</i>	<i>Centro di pericolo</i>	<i>Sigla campione</i>	<i>pH</i>
9	MA09B2247	8,05	9	MA09C2214	8,89
	MA09B2248	8,01		MA09C2218	8,11
	MA09B2249	7,89			
	MA09B2250	7,7	13	MA13B1886	8,14
	MA09B2251	7,81		MA13B1887	8,16
	MA09B2252	7,75		MA13B1888	8,23
	MA09B2253	7,79		MA13B1889	8,09
	MA09B2254	7,87		MA13B1890	7,97
	MA09B2255	7,89		MA13B1891	7,93

Il passo successivo è stato quello leggere i dati restituiti dai test di cessione eseguiti sui campioni provenienti dai sondaggi.

Nella Tabella 13 si riportano i risultati dei test di cessione messi a confronto con i limiti della tabella 2, CSC acque sotterranee, dell'allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. 152/2006, ed in corsivo e grassetto sono state evidenziate le analisi per le quali è stato rilevato il superamento dei suddetti limiti.

TABELLA 13 RISULTATI DEI TEST DI CESSIONE ESEGUITI SUI CAMPIONI PRELEVATI DAI SONDAGGI.

CdP	Sigla campione	Zn	Pb	As	Cd	Ni	Hg	Sb	Se	SO4
		[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
9	MA09B2247	0,26	0,129	<0,001	0,001	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	118
	MA09B2248	0,21	0,11	<0,001	0,009	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	658
	MA09B2249	0,27	0,254	<0,001	0,018	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	617
	MA09B2250	0,8	0,3	<0,001	0,032	<0,002	0,098	<0,0005	<0,001	958
	MA09B2251	0,58	0,272	<0,001	0,023	<0,002	0,018	<0,0005	<0,001	821
	MA09B2252	0,69	0,26	<0,001	0,031	<0,002	0,128	<0,0005	<0,001	806
	MA09B2253	0,7	0,26	<0,001	0,022	<0,002	0,009	<0,0005	<0,001	690
	MA09B2254	0,44	0,24	<0,001	0,015	<0,002	0,002	<0,0005	<0,001	476
	MA09B2255	0,09	0,056	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	73
	MA09C2214	0,03	0,015	<0,001	0,005	0,003	<0,0005	0,005	<0,001	<10
13	MA09C2218	0,64	0,065	<0,001	0,01	0,003	<0,0005	<0,0005	<0,001	476
	MA13B1886	0,18	0,114	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
	MA13B1887	0,15	0,111	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	55
	MA13B1888	0,23	0,157	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	123
	MA13B1889	0,07	0,033	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
	MA13B1890	0,1	0,05	<0,001	<0,0005	<0,002	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
D.Lgs. 152/2006 Allegato 5 al titolo V della parte IV, CSC										
Tabella 2 (acque sotterranee)		3	0,01	0,01	0,005	0,02	0,001	0,005	0,01	250

Nella seguente Tabella 14 si riporta un confronto delle volumetrie dei CdP:

- D) così come stimate nel Progetto Definitivo
- E) così come stimate a seguito della modellazione eseguita a seguito delle indagini integrative nel Progetto Esecutivo
- F) tecnicamente asportabile

TABELLA 14 COMPUTO RIFIUTI DA ASPORTARE DALL'AREA DI MONTE AGRUXAU

	Volumi da stima PD	Volumi da modellazione PE	Volume scavo progetto
MA-9	137.351	109.000	57.800
MA-13	39.414	31.000	35.235
TOTALI	176.765	140.000	93.035

Seddas Moddizzis

In tale area lo stato di compromissione ambientale è rappresentato dalle dimensioni importanti dell'attività mineraria, dalla dispersione dei fini ad opera del vento e delle acque di ruscellamento, nonché dal trasporto dei contaminanti ed il loro successivo accumulo in aree di grande pregio ambientale. Il potenziale sviluppo nel territorio di future attività turistiche ed economiche, determinano l'urgenza di interventi di bonifica finalizzati alla riconversione di vaste porzioni di territorio altrimenti compromesse e di fatto non utilizzabili.

I residui minerari dell'area di Seddas Moddizzis sono costituiti da discariche di materiale sabbioso e ghiaioso, e abbancamenti di fini.

Tipologia di rifiuto in base alla composizione e al processo di provenienza:

- **CER 01 01 (rifiuti prodotti dall'estrazione di minerali)**
- **CER 01 03 (rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi)**

Per definire il codice complessivo si è verificata la presenza di sostanze pericolose eccedenti i limiti normativi, in quanto tali rifiuti non si possono classificare pericolosi unicamente in ragione dell'attività produttiva che li ha generati. Le analisi di laboratorio risultano quindi indispensabili per l'attribuzione dei codici a "specchio" per i quali si richiede di confrontare i dati di laboratorio con i valori limite imposti dalla normativa.

Si riportano di seguito, nella Tabella 15, i tenori dei contaminanti nei diversi centri di pericolo, e, per definire l'eventuale pericolosità e quindi attribuire il codice completo ai rifiuti, tali contenuti sono stati confrontati con i valori limite per i rifiuti pericolosi (Hg, As, Cd e Pb).

TABELLA 15 IN GRASSETTO SONO STATI EVIDENZIATI I TENORI PER I QUALI UNO O PIÙ TENORI DEI CONTAMINANTI, SUPERANO I LIMITI NORMATIVI

Tenore della contaminazione nei rifiuti asportati				
Centro di pericolo	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Pb [mg/kg]
5	58	310	37	8.172
32	43	287	28	6.175
33	49	178	18	5.100
34	166	389	124	23.656
35	52	123	398	9.758
36	38	71	16	3.097
Valore limite rifiuti pericolosi D.Lgs 152/06 Part.IV All.D				
[mg/kg]	1.000	1.000	1.000	5.000

Di seguito si riporta il computo dei rifiuti da asportare, accorpati in funzione del codice CER di pertinenza.

TABELLA 16 COMPUTO RIFIUTI DA ASPORTARE DALL'AREA DI SEDDAS MODDIZZIS, IN FUNZIONE DEL CODICE CER

Centro di pericolo	Classificazione	Codice CER	Volume m³
33	Abbancamenti contenenti sostanze pericolose	01 03 07* Altri rifiuti contenenti sostanze pericolose prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi	70.856
34			43.596
35			29.995
5	Discariche contenenti sostanze pericolose	01 03 05* Altri sterili contenenti sostanze pericolose	25.020
32			19.527
36	Abbancamenti contenenti sostanze non pericolose	01 03 06 - Sterili diversi da quelli di cui alle voci 01 03 04 e 01 03 05	17.430
Stima volumetria totale dei rifiuti da rimuovere dall'area di Seddas Moddizzis			206.424

Nella Tabella 17 sono stati riportati i valori del pH dei campioni prelevati dai diversi sondaggi eseguiti nei corpi dei banchi di fini, e dalla stessa emerge che i valori di pH si attestano, mediamente, in un intervallo

compreso tra ca. 7 e 8,3: tale situazione permette di escludere la possibilità del verificarsi di rilasci acidi dopo il conferimento dei diversi materiali al Sito di Raccolta.

TABELLA 17 pH

<i>Centro di pericolo</i>	<i>Sigla campione</i>	<i>pH</i>	<i>Centro di pericolo</i>	<i>Sigla campione</i>	<i>pH</i>
33	SM33A0592	7,767	35	SM34C0755	7,660
	SM33A0593	7,792			
	SM33A0594	7,827		SM35B0704	7,865
	SM33A0595	8,072		SM35B0705	8,037
	SM33A0596	8,270		SM35B0706	7,837
	SM33A0597	8,109		SM35B0707	7,686
	SM33A0598	7,753		SM35B0708	8,168
	SM33A0599	8,178		SM35B0709	8,541
	SM33A0600	7,920		SM35B0710	7,920
34	SM34C0753	7,618		SM35B0711	7,848
	SM34C0754	7,816		SM35B0712	7,864

I materiali da rimuovere nell'area mineraria di Seddas Moddizzis sono essenzialmente riconducibili a due distinte classi:

- Sterili di trattamento mineralurgico per via idrogravimetrica o per flottazione aventi caratteristiche granulometriche proprie delle sabbie e dei limi (Sterili mineralurgici tipologia 1)
- Sterili minerali-mineralurgici grossolani con caratteristiche granulometriche proprie delle ghiaie e delle sabbie (Sterili mineralurgici tipologia 2)

TABELLA 18 CARATTERISTICHE FISICHE DELLE DUE TIPOLOGIE DI MATERIALI PRESENTI NELL'AREA MINERARIA DI SEDDAS MODDIZZIS

<i>Materiali</i>	<i>frazione sul totale %</i>	<i>banco [kg/dm³]</i>	<i>Rigonfiamento [%]</i>	<i>Fattore di carico</i>	<i>mucchio [kg/dm³]</i>
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - asciutti)</i>	30	1,8	40	0,71	1,29
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 - bagnati)</i>	70	2,2	40	0,71	1,57
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 2 - asciutti)</i>	70	1,8	10	0,91	1,63
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 2 - bagnati)</i>	30	2,2	10	0,91	2,00
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 1 – media)</i>	100	2,08	40	0,71	1,49
<i>Sterili mineralurgici (tipologia 2 - media)</i>	100	1,92	10	0,91	1,75

Nella Tabella 18 sono stati racchiusi i dati più importanti per le due tipologie di sterili mineralurgici presenti nell'area, e nella Tabella 19 vengono riportati i dati sulle volumetrie dei rifiuti da rimuovere, accorpati in funzione della classe fisica di appartenenza dei rifiuti.

TABELLA 19 COMPUTO MATERIALI DA ASPORTARE DALL'AREA DI SEDDAS MODDIZZIS, IN FUNZIONE DELLE LORO CARATTERISTICHE FISICHE.

Centro di pericolo	Classificazione fisica	Volume m ³
33	Sterili mineralurgici tipologia 1	70.856
34		43.596
35		29.995
36		17.430
Volumi totali sterili mineralurgici da asportare tipologia 1		161.877
5	Sterili mineralurgici tipologia 2	25.020
32		19.527
Volumi totali sterili mineralurgici da asportare tipologia 2		44.547
Volumi totali sterili da asportare dall'area di Seddas Moddizzis		206.424

Nella Tabella 20 si riportano i risultati dei test di cessione messi a confronto con i limiti della tabella 2, CSC acque sotterranee, dell'allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. 152/2006, ed in corsivo e grassetto sono state evidenziate le analisi per le quali è stato rilevato il superamento dei suddetti limiti.

TABELLA 20 RISULTATI DEI TEST DI CESSIONE

Centro di Pericolo	Sigla campione	Quota di prelievo	Zn	Pb	Fe	As	Cd	Mn	Ni	Hg	Sb	Se	SO4
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
33	SM33A0592	0.00-1.20	2,29	0,053	0,04	<0,001	0,018	0,149	0,023	<0,0005	<0,0005	0,002	1178
	SM33A0593	1.20-2.40	2,14	0,07	0,01	<0,001	0,019	0,616	0,028	<0,0005	<0,0005	0,002	1339
	SM33A0594	2.40-3.60	2,21	0,08	0,08	<0,001	0,027	0,692	0,026	<0,0005	<0,0005	0,002	1261
	SM33A0595	3.60-4.80	0,98	0,123	0,03	<0,001	0,01	0,477	0,015	<0,0005	<0,0005	0,002	563
	SM33A0596	4.80-6.00	0,36	0,126	0,04	<0,001	0,004	0,176	0,006	<0,0005	<0,0005	0,003	313
	SM33A0597	6.00-8.40	0,92	0,144	0,07	<0,001	0,015	0,305	0,012	<0,0005	<0,0005	0,005	597
	SM33A0598	8.40-10.80	2,92	0,212	0,11	<0,001	0,038	2,288	0,016	<0,0005	<0,0005	0,004	459
	SM33A0599	10.80-13.20	0,12	0,08	0,02	<0,001	0,003	0,281	0,003	<0,0005	<0,0005	0,001	96
	SM33A0600	13.20-15.60	0,21	0,15	0,13	<0,001	0,002	0,405	0,005	<0,0005	<0,0005	0,001	147
34	SM34C0753	0.00-1.20	1,68	0,144	0,12	<0,001	0,028	0,046	0,029	<0,0005	<0,0005	<0,001	1224
	SM34C0754	1.20-2.40	0,26	0,102	<0,01	<0,001	0,012	0,173	0,003	<0,0005	<0,0005	<0,001	86
	SM34C0755	2.40-3.60	0,54	0,103	0,22	<0,001	0,015	0,624	0,008	<0,0005	<0,0005	<0,001	<10
35	SM35B0704	0.00-1.20	0,77	0,126	0,11	<0,001	0,021	0,022	0,007	<0,0005	0,0005	<0,001	231
	SM35B0705	1.20-2.40	0,44	0,099	0,11	<0,001	0,013	0,014	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	158
	SM35B0706	2.40-3.60	0,96	0,131	0,14	<0,001	0,023	0,146	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	342
	SM35B0707	3.60-4.80	0,5	0,068	0,02	<0,001	0,018	0,345	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	332
	SM35B0708	4.80-6.00	0,07	0,015	0,09	<0,001	0,002	0,012	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	77
	SM35B0709	6.00-8.40	0,02	0,151	0,34	<0,001	0,004	0,645	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	33
	SM35B0710	8.40-10.80	0,04	0,032	0,03	<0,001	<0,0005	<0,005	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	57
	SM35B0711	10.80-13.20	0,03	<0,001	0,03	<0,001	<0,0005	<0,005	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	60
	SM35B0712	13.20-14.60	0,14	0,027	0,27	<0,001	<0,0005	0,724	<0,002	<0,0005	0,0005	<0,001	59
D.Lgs. 152/2006 allegato 5 al titolo V della parte IV													
Tabella 2 (acque profonde)			3	0,01	0,2	0,01	0,005	0,05	0,02	0,001	0,005	0,01	250

Nella seguente Tabella 21 riporta un confronto delle volumetrie dei CdP:

- G) così come stimate nel Progetto Definitivo
- H) così come stimate a seguito della modellazione eseguita a seguito delle indagini integrative nel Progetto Esecutivo
- I) tecnicamente asportabile

Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale
Realizzazione del sito di raccolta nella valle del Rio San Giorgio in località "Casa Massidda"

TABELLA 21 COMPUTO RIFIUTI DA ASPORTARE DALL'AREA DI SEDDAS MODDIZZIS

	Volumi da stima PD	Volumi da modellazione PE	Volume scavo progetto
SM-5	25.020	n.d.	12.510
SM-32	19.527	58.344	51.300
SM-33 "fanghi grigi"	50.000	81.500	63.917
SM-33 bacino laveria	20.856		
SM-34	43.596	63.320	82.507
SM-35	29.995	30.545	23.369
SM-36	17.430	n.d.	4.867
TOTALI	206.424	233.709+n.d.	238.471

n.d.: per i CdP dove i depositi sono appoggiati su strutture antropiche sepolte non è stato stimato il volume complessivo degli stessi

Rio San Giorgio

Per quanto riguarda gli interventi relativi all'alveo del Rio San Giorgio, si riportano nella seguente tabella i volumi di scavo previsti in progetto.

RIO SAN GIORGIO - VOLUMI DI SCAVO - 1a FASE [m³]																
QUANTITA' PRESENTE PROGETTO	4900	4735	43974	5847	9527	9981	9170	870	50092	77351	38123	5818	61197	27013	13495	362095
CENTRO DI PERICOLO RSG	CDP1	CDP2	CDP3	CDP4	CDP5	CDP6	CDP7	CDP8	CDP9	CDP10	CDP11	CDP12	CDP13	CDP14	CDP15	TOTALE
QUANTITA' PROGETTO 2012	20113		52100	5240	11790	7880	3510	810	45780	109123	49370	5800	29430	21400	10730	373076
DIFFERENZE		-10478	-8126	607	-2263	2101	5660	60	4312	-31772	-11247	18	31767	5613	2765	-10981
RIO SAN GIORGIO - VOLUMI DI RIEMPIMENTO - 2a FASE [m³]																
CENTRO DI PERICOLO RSG	CDP1	CDP2	CDP3	CDP4	CDP5	CDP6	CDP7	CDP8	CDP9	CDP10	CDP11	CDP12	CDP13	CDP14	CDP15	TOTALE
QUANTITA' NUOVO PROGETTO	2183	3894	35518	3037	7142	9249	0	834	29701	31404	4185	0	0	0	1683	128830

Gli spessori di scavo sono stati definiti in riscontro ai sondaggi effettuati negli anni 2007/2008, che hanno consentito di costruire un profilo e delle sezioni di scavo compatibili con le informazioni fornite dai sondaggi stessi.

Sito di Raccolta

Il Sito di Raccolta, ove saranno concentrate le volumetrie come sopra riportate, realizza, in un'area già compromessa dal punto di vista ambientale e come tale da sottoporre ad intervento di risanamento, il processo di concentrazione di rifiuti minerari già presenti nel territorio, attraverso la riduzione delle superfici interessate e la perimetrazione dei rifiuti stessi per eliminare il protrarsi di processi di contaminazione. Il Sito di Raccolta è in tal caso lo strumento della possibile bonifica di una superficie di territorio pari a oltre 370.000 m² a fronte di un'occupazione di nuovo territorio pari a circa 80.000 m².

Il semplice rapporto aritmetico superficie bonificata/nuova superficie impegnata, pari a circa 5/1 è sottostimato in termini reali se in aggiunta effettuiamo un raffronto fra la qualità attuale dei rispettivi territori e la qualità degli effetti degli interventi. Le attività di bonifica si concentreranno soprattutto su aree di particolare valenza ambientale e paesaggistica e di maggiore utilità sociale. Il Sito di Raccolta presenta un sistema di isolamento dei rifiuti ben più efficace di quanto non si riesca a realizzare, con costi sostenibili, con la messa in sicurezza permanente di depositi già esistenti. Infatti, l'unica alternativa proponibile che sembrerebbe avere maggior efficacia dal punto di vista ambientale sarebbe quella legata alla possibilità di sottoporre gli sterili mineralurgici a trattamento termico o mineralurgico, per ottenere un prodotto finale classificabile come "inerte". Pur trascurando l'aspetto economico degli interventi, ben più onerosi di quello

in oggetto, l’obiettivo di ottenere un prodotto inerte riutilizzabile come materia prima ad esempio nell’edilizia è nel caso in esame tutt’altro che realisticamente perseguibile. Qualunque trattamento mineralurgico tecnologicamente accessibile, se pure potesse consentire il recupero di una porzione dei metalli ancora in esso contenuti, avrebbe come rifiuto una percentuale di materiale superiore al 90%, classificabile almeno come “rifiuto speciale non pericoloso” che necessiterebbe comunque di una discarica per il suo contenimento e farebbe venir meno i previsti benefici in termini ambientali.

Si specifica inoltre che il Sito di raccolta non può essere interpretata quale “discarica per rifiuti industriali” secondo la normativa specifica (D.Lgs. 36/2003), essendo costruita e gestita al servizio di attività produttive in corso per il contenimento di rifiuti di cui è prevista la produzione.

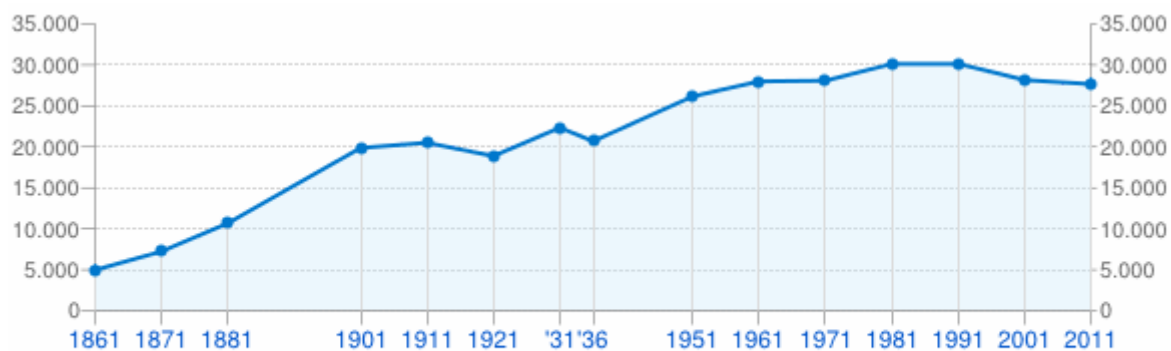
3.8 SISTEMA SOCIO-ECONOMICO⁸

Nonostante la relativa vicinanza in linea d’aria con l’area metropolitana di Cagliari, il Sulcis Iglesiente ha manifestato, sino al recente passato, una peculiare autonomia rispetto al Capoluogo.

Il territorio, per le sue caratteristiche ambientali e per i suoi peculiari aspetti geologici, ha sempre mostrato una forte vocazione mineraria che si è manifestata, dai tempi più remoti sino agli anni più recenti, con intensità produttiva crescente. Le tracce più evidenti della passata attività mineraria non sono solo gli aspetti negativi del degrado ambientale e relativa contaminazione diffusa, ma anche l’immenso patrimonio geominerario, ricco di valenze naturali e culturali e di testimonianze archeologiche. Il territorio vive infatti oggi il contrasto tra la memoria di quella che fu un periodo proficuo e produttivo e la difficoltà di ricollocarsi in un nuovo contesto secondo nuove direttrici di sviluppo. L’area presenta notevoli potenzialità, sino ad oggi solo in parte valorizzate dal punto di vista economico, a partire dai monumenti di archeologia industriale, nel cui recupero si manifestano rilevanti ritardi.

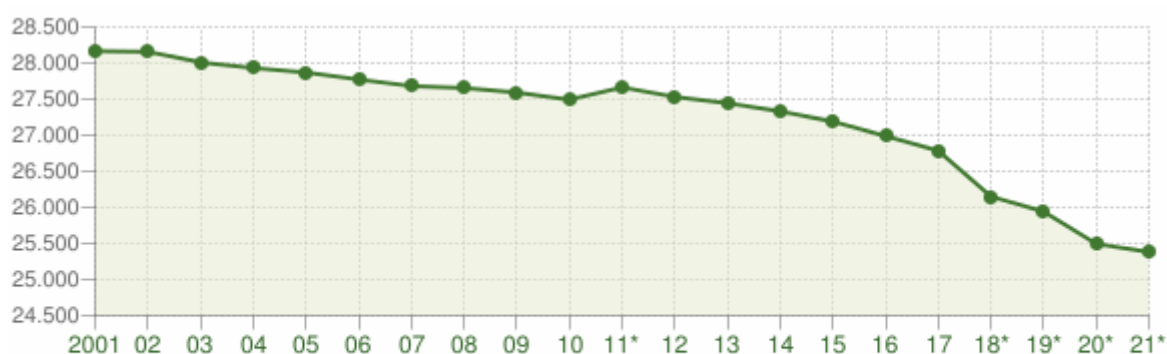
L’ambito di intervento interessa i comuni di Iglesias (208,23 km²) e Gonnese (48,06 km²), entrambi nella provincia di Sud Sardegna. Secondo i dati Istat, la popolazione residente al 1° gennaio 2022 è pari per il primo a 25.382 abitanti (densità demografica 121,89 ab/ km²) e per il secondo a 4.695 abitanti (densità demografica 97,69 ab/ km²). La densità demografica superiore alla media regionale rappresenta uno degli elementi che testimoniano la specificità e la peculiarità di quest’area nel contesto regionale e la centralità rivestita, sino al recente passato, nell’economia dell’isola. I grafici sull’andamento demografico, dal 1861 al 2021, denotano come questo sia strettamente correlato a quello del sistema produttivo e in particolare alla cessazione progressiva dell’attività mineraria: la curva è infatti crescente sino agli anni ’90 e in progressiva decrescita sino all’attualità. Tale dato è meno evidente per il comune di Gonnese, dove la popolazione residente si è mantenuta pressoché stabile dagli anni ’70 sino ai primi decenni degli anni 2000. Un cambio di marcia pare indispensabile per invertire una pericolosa tendenza che nell’ultimo decennio ha portato l’area a perdere buona parte delle sue risorse umane, in particolare quelle più giovani, che emigrano alla ricerca di un lavoro qualificato.

⁸ Fonti: Ista.it; sardegnaindustriale.it – L’Economia del Sulcis-Iglesiente; tuttitalia.it



Popolazione residente ai censimenti

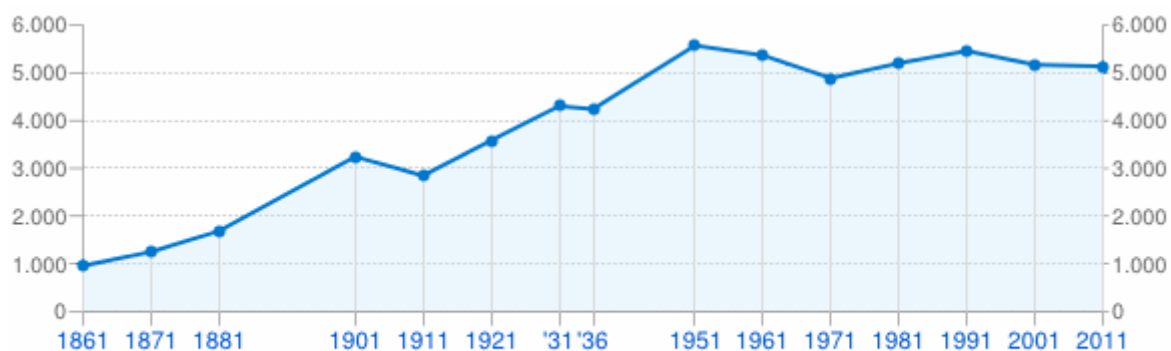
COMUNE DI IGLESIAS - Dati ISTAT - Elaborazione TUTTITALIA.IT



Andamento della popolazione residente

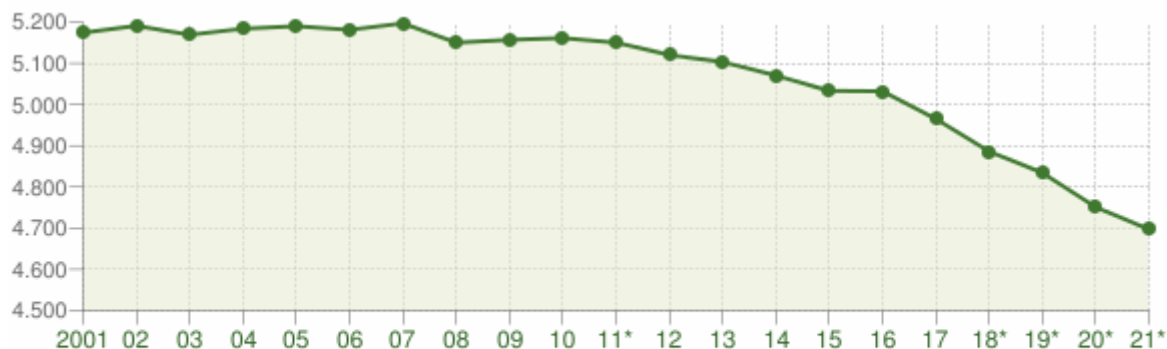
COMUNE DI IGLESIAS (SU) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento



Popolazione residente ai censimenti

COMUNE DI GONNESA (CI) - Dati ISTAT - Elaborazione TUTTITALIA.IT



Andamento della popolazione residente

COMUNE DI GONNESA (SU) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

La densità demografica, superiore alla media regionale, rappresenta uno degli elementi che testimoniano la specificità e la peculiarità di quest'area nel contesto regionale e la centralità rivestita, sino al recente passato, nell'economia dell'isola. Tuttavia, nell'ultimo decennio, il territorio ha segnato un intenso decremento della popolazione a ritmi doppi rispetto alla media regionale e pari a quattro volte quella provinciale. La tendenza negativa, determinata principalmente dal deflusso migratorio, si accentua nella seconda metà del decennio, segnalando un aggravamento del fenomeno, che continua ad avere una incidenza percentualmente superiore rispetto ai contesti di riferimento. Negli anni '80, nel corso di dieci anni, avevano lasciato il Sulcis Iglesiente 1.880 persone; tra il 1996 ed il 2002, in soli quattro anni, a emigrare sono più di 4.000 individui: il 60% dell'emigrazione e l'82% del calo della popolazione della provincia sono imputabili a quest'area.

Un secondo elemento negativo è rappresentato dalla presenza di un saldo naturale della popolazione negativo: la differenza è di circa 165 unità all'anno per l'area nel suo complesso, conseguenza del più accentuato invecchiamento della popolazione congiuntamente alla particolare intensità raggiunta dal deflusso di giovani in cerca di opportunità di lavoro.

L'indice di vecchiaia, che indica il peso delle classi più anziane su quelle giovani è nettamente inferiore alla media provinciale e regionale. L'indice di dipendenza, che misura la incidenza dei giovani e degli anziani – la popolazione improduttiva – su quella in età da lavoro, è molto elevato e quasi doppio rispetto alla media provinciale. Il Sulcis Iglesiente sembra dunque perdere progressivamente la connotazione di realtà produttiva, che lo ha storicamente caratterizzato, e acquisire via via la fisionomia di una terra di ex-lavoratori e pensionati, che basa la sua economia sempre più sui trasferimenti da pensioni e sempre meno sui redditi da lavoro. Ciò si traduce in una bassa crescita del numero delle famiglie e del patrimonio abitativo.

Costituiscono un'eccezione le realtà costiere suscettibili di sviluppo turistico, in cui aumentano più intensamente famiglie e abitazioni. Ma lo scostamento dall'andamento generale è qui meno marcato che nel resto dell'isola, poiché nella maggior parte dei Comuni costieri scarso è lo sfruttamento delle risorse ambientali, come testimonia la scarsa offerta ricettiva e il basso numero di presenze.

Il Sulcis-Iglesiente è inoltre caratterizzato da un basso reddito pro-capite (circa 11.800€), inferiore alla media regionale, dato determinato soprattutto dalla minore presenza di persone in possesso di un lavoro ufficiale e quindi di un reddito censito; gli unici comuni in cui il reddito pro-capite raggiunge livelli paragonabili alla media provinciale sono quelli maggiori, in cui tradizionalmente si concentrano la produzione e i servizi. Nonostante ciò, gli indicatori di consumo sono però sostanzialmente in linea con la media regionale e provinciale, e risultano notevolmente migliori di quelli rilevati nella maggior parte delle zone non metropolitane della Sardegna. Tale dato è legato, oltre al fatto che l'Area continua, nonostante i ripetuti processi di ridimensionamento e conversione, ad avere un apparato produttivo di grande valenza,

tuttora capace di generare flussi di reddito e ricadute sull’economia in misura non paragonabile a quanto accade nella maggior parte delle zone periferiche dell’isola, anche alla notevole intensità raggiunta dai trasferimenti pubblici, legati sia alle pensioni sia ai trasferimenti erariali.

4 TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DEGLI IMPATTI POTENZIALI

MACRO-INTERVENTO PROGETTUALE	COMPONENTE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI REALIZZAZIONE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI ESERCIZIO	ATTENZIONI E BUONE PRATICHE ASSUNTE DAL PROGETTO (COMPRESIVE DI PRESCRIZIONI D.G.R.14/34 2012)	EVENTUALI VARIAZIONI DEL QUADRO VALUTATIVO DEGLI IMPATTI PREVISTI RISPETTO ALLO SCENARIO STABILITO IN SEDE DI V.I.A. DEL 2012
<p><u>Realizzazione del Sito di Raccolta.</u></p> <p><u>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerari).</u></p> <p><u>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</u></p>	Atmosfera	<p>I possibili fattori di impatto sulla qualità dell'aria sono riferibili alla produzione di rumori e alla produzione e diffusione di polveri.</p> <p>Il primo fattore è determinato dall'impiego delle macchine operatrici interne al cantiere e da quello prodotto dai mezzi pesanti di cantiere lungo la viabilità locale del territorio; il secondo, dalle operazioni di scavo e successiva movimentazione dei sedimenti, dal sollevamento di polveri generato dal transito sulle aree di lavoro e sulle piste non asfaltate dei mezzi di cantiere nonché dalle emissioni di scarico degli stessi.</p> <p>Tali fattori sono valutati globalmente per i tre macro interventi considerati nella presente trattazione: realizzazione del Sito di Raccolta, bonifica dei CdP e dell'alveo del Rio San Giorgio, in quanto le attività generanti i potenziali impatti sono ad essi comuni.</p> <p>In sede di stesura del SIA allegato alla procedura di VIA, approvata nel 2012, è stato dimostrato, su modelli previsionali, come l'entità di tali fattori non sia tale da determinare impatti significativi su ricettori sensibili, quali ad esempio i limitrofi centri abitati. A maggior ragione, è legittimo affermare che gli stessi non possano influenzare in maniera significativa la qualità dell'aria, sottolineando, per altro, che gli effetti di impatto hanno carattere prettamente temporaneo essendo limitati alla sola fase di cantiere per la realizzazione dell'opera.</p>	<p>In fase di esercizio, i fattori di impatto, determinati dalle operazioni di cantiere, saranno nulli.</p> <p>Gli interventi di bonifica e messa in sicurezza dei Centri di Pericolo saranno inoltre determinanti per l'abbattimento dei rischi derivanti dal potenziale trasporto di polveri contaminate attualmente esposte alla attività del vento. Considerato pertanto che il progetto prevede di eliminare in tal senso le matrici di pericolo, è lecito definire di carattere positivo i potenziali impatti in fase post operam.</p>	<p>Il Piano di Monitoraggio, allegato alla VIA 2012, prevede, in relazione al fattore rumore, una campagna di monitoraggio ante operam e durante le fasi di cantiere.</p> <p>Adozione di attenzioni per il contenimento della dispersione di polveri.</p> <p>Mantenimento delle attrezzature di cantiere in corretto stato di funzionamento e manutenzione.</p>	Nessuna variazione sostanziale.

MACRO-INTERVENTO PROGETTUALE	COMPO NENTE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI REALIZZAZIONE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI ESERCIZIO	ATTENZIONI E BUONE PRATICHE ASSUNTE DAL PROGETTO (COMPRESIVE DI PRESCRIZIONI D.G.R.14/34 2012)	EVENTUALI VARIAZIONI DEL QUADRO VALUTATIVO DEGLI IMPATTI PREVISTI RISPETTO ALLO SCENARIO STABILITO IN SEDE DI V.I.A. DEL 2012
<p><u>Realizzazione del Sito di Raccolta.</u></p> <p><u>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerari).</u></p>	Flora, vegetazione e habitat	<p>Riduzione areale di popolamenti/sottrazione di singoli esemplari vegetali, localmente di rilievo naturalistico, durante le fasi di realizzazione delle opere/attività di progetto (es. approntamento del cantiere, adeguamento della viabilità, rimozione degli sterili minerari, predisposizione e colmamento del Sito di Raccolta).</p> <p>Degrado dell’assetto qualitativo vegetazionale in seguito a potenziale rilascio di prodotti inquinanti a partire da mezzi e attrezzature di cantiere.</p> <p>Frammentazione delle coperture vegetali in seguito a potenziale calpestio/transito fuori-pista durante le operazioni di cantiere.</p> <p>Degrado della funzionalità vegetativa in seguito a dispersione potenziale nell’atmosfera e rideposizione di polveri sugli apparati aerei.</p>	<p>Potenziale proliferazione di entità floristiche ruderali e/o alloctone.</p> <p>In fase di esercizio si riscontrano ricadute positive derivanti dall’evoluzione vegetazionale successiva agli interventi di rinaturalizzazione, i quali predispongono i siti oggetto di intervento a un assetto floro-vegetazionale tendente alle naturali dinamiche fitoassociative.</p>	<p>Tutela di esemplari arborei autoctoni (lecci, sughere, olivastri, tamerici) preliminarmente individuati nelle aree di intervento e interferenti con le previsioni progettuali, attraverso il trasferimento degli stessi in aree ecologicamente adeguate e con modalità operative e di trapianto in linea con le esigenze ecologiche delle singole specie.</p> <p>Tutela in loco delle formazioni riparie igrofile mature del Rio S. Giorgio (boscaglie a Salix, Populus, etc.). In prossimità di tali superfici si procederà con l’asportazione dei materiali contaminanti presenti nell’immediato intorno con mezzi di ridotte dimensioni o eventualmente a mano.</p> <p>Rinaturalizzazione delle superfici di rilascio attraverso la piantumazione/semina di entità floristiche coerenti con l’assetto ambientale attuale e potenziale dei siti di inserimento.</p> <p>Azioni di ricerca e conservazione per l’endemismo puntiforme <i>Limonium merxmuelieri</i>, presente localmente nelle discariche minerarie. Le attività di ricerca e conservazione sono curate dall’Università degli Studi di Cagliari.</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>
<p><u>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</u></p>		<p>Riduzione areale di popolamenti/sottrazione di singoli esemplari vegetali, localmente di rilievo naturalistico, durante le fasi di realizzazione delle opere/attività di progetto (es. approntamento del cantiere, adeguamento della viabilità, rimozione degli sterili minerari, sistemazione fluviale).</p> <p>Modifiche strutturali e qualitative delle formazioni vegetazionali igrofile e idrofile dovute alle variazioni di apporti idrici e di nutrienti derivanti dal depuratore civile di Iglesias.</p> <p>Possibile degrado qualitativo delle fitocenosi igrofile in seguito alla movimentazione e successivo trasporto all’interno del corso d’acqua di metalli pesanti in seguito alla rimozione della vegetazione igrofila.</p> <p>Degrado dell’assetto qualitativo vegetazionale in seguito a potenziale rilascio di prodotti inquinanti a partire da mezzi e attrezzature di cantiere.</p> <p>Frammentazione delle coperture vegetali in seguito a</p>	<p>Potenziale proliferazione di entità floristiche ruderali e/o alloctone.</p> <p>In fase di esercizio si riscontrano ricadute positive derivanti dall’evoluzione vegetazionale successiva agli interventi di rinaturalizzazione e sistemazione dell’alveo fluviale, i quali predispongono i siti oggetto di intervento a un assetto floro-vegetazionale tendente alle naturali dinamiche fitoassociative e alla immobilizzazione dei metalli pesanti attraverso la ritenzione chimica a livello radicale, successivamente alle attività di rimozione degli sterili minerari.</p>	<p>Localizzazione delle pertinenze di cantiere in settori a minor valore ecologico.</p> <p>Adozione di attenzioni per il contenimento della dispersione di polveri.</p> <p>Mantenimento delle attrezzature di cantiere in corretto stato di funzionamento e manutenzione.</p> <p>Delimitazione delle aree di cantiere e divieto di passaggio di mezzi e personale al di fuori delle piste e delle pertinenze di cantiere.</p> <p>Attività di monitoraggio periodico degli interventi di rinaturalizzazione e della eventuale proliferazione di entità floristiche alloctone invasive.</p>	<p>Gli interventi di sistemazione idraulica/rinaturalizzazione del Rio S. Giorgio sono strategici per l’equilibrio ambientale del corso d’acqua e del suo recettore terminale rappresentato dalla palude di Sa Masa.</p> <p>Le attività di rimozione della vegetazione in alveo (necessaria per la rimozione degli sterili minerari depositati lungo il corso fluviale) sono correlabili a potenziali effetti di destabilizzazione degli attuali equilibri geochimici raggiunti dal sistema, con attivazione nel breve-medio termine di processi di rimobilizzazione dei metalli attualmente stabilizzati a livello della pedo-rizosfera da parte delle formazioni vegetazionali idrofile assestate lungo l’alveo fluviale. Tale condizione di stabilizzazione non era stata evidenziata in occasione del precedente procedimento e come tale non considerata allora in sede valutativa.</p> <p>Le attuali previsioni di sistemazione</p>

MACRO-INTERVENTO PROGETTUALE	COMPO NENTE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI REALIZZAZIONE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI ESERCIZIO	ATTENZIONI E BUONE PRATICHE ASSUNTE DAL PROGETTO (COMPRESIVE DI PRESCRIZIONI D.G.R.14/34 2012)	EVENTUALI VARIAZIONI DEL QUADRO VALUTATIVO DEGLI IMPATTI PREVISTI RISPETTO ALLO SCENARIO STABILITO IN SEDE DI V.I.A. DEL 2012
		<p>potenziale calpestio/transito fuori-pista durante le operazioni di cantiere.</p> <p>Degrado della funzionalità vegetativa in seguito a dispersione potenziale nell’atmosfera e rideposizione di polveri sugli apparati aerei.</p>			<p>idraulica/rinaturalizzazione specifiche per il Rio S. Giorgio sono orientate a favorire nel tempo il ripristino della la capacità fitodepurativa del corso d’acqua, promuovendo nel medio e lungo periodo la possibilità di una riaffermazione e sviluppo delle condizioni di assetto geomorfologico e pedo-vegetazionale fluviale maggiormente efficaci in termini di stabilizzazione dei metalli pesanti.</p> <p>Gli effetti dei processi suindicati incidono sulla componente in oggetto con particolare riferimento ai sistemi ambientali del corso fluviale del Rio San Giorgio e del suo recettore, la palude di Sa Masa</p>
<p>Bonifica dei Centri di Pericolo (centri di rimozione degli sterili minerari.</p> <p>Realizzazione del Sito di Raccolta.</p>	Fauna e ecosistemi	<p>Modifica di ambienti attualmente utilizzati dalla fauna con successivo allontanamento delle specie interessate.</p> <p>Disturbo potenziale a carico della fauna sensibile (prevalentemente avifauna) in seguito a presenza di mezzi e personale.</p> <p>Allontanamento temporaneo dal sito della fauna (prevalentemente uccelli) in seguito a produzione di rumori durante le fasi di cantiere.</p> <p>Potenziali collisioni tra mezzi di cantiere e la fauna terrestre.</p>	<p>In fase di esercizio si riscontrano ricadute positive derivanti dall’evoluzione vegetazionale successiva agli interventi di rinaturalizzazione i quali offrono ambienti utilizzabili dalle specie ad idoneità faunistica elevata per ambienti erbacei, di macchia e arborei.</p>	<p>Rinaturalizzazione delle superfici di rilascio attraverso la piantumazione/semina di entità floristiche coerenti con l’assetto ambientale attuale e potenziale dei siti di inserimento.</p> <p>Tutela <i>in loco</i> delle formazioni riparie igrofile mature del Rio S. Giorgio (habitat per specie avifaunistiche).</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>
<p>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</p>		<p>Modifica di ambienti attualmente utilizzati dalla fauna con successivo allontanamento delle specie interessate.</p> <p>Modifiche qualitative dell’ambiente acquatico dovute alle variazioni di apporti idrici e di nutrienti derivanti dal depuratore civile di Iglesias.</p> <p>Disturbo potenziale a carico della fauna sensibile (prevalentemente avifauna) in seguito a presenza di mezzi e personale.</p> <p>Allontanamento temporaneo dal sito della fauna (prevalentemente uccelli) in seguito a produzione di rumori durante le fasi di cantiere.</p> <p>Potenziali collisioni tra mezzi di cantiere e la fauna</p>	<p>In fase di esercizio si riscontrano ricadute positive derivanti dall’evoluzione vegetazionale successiva agli interventi di rinaturalizzazione i quali offrono ambienti utilizzabili dalle specie ad idoneità faunistica elevata per ambienti erbacei, di macchia e arborei.</p> <p>L’evoluzione vegetazionale successiva agli interventi di rinaturalizzazione e sistemazione dell’alveo fluviale predispone i siti oggetto di intervento a un assetto floro-vegetazionale tendente alle naturali dinamiche fitoassociative e alla immobilizzazione dei metalli pesanti attraverso la ritenzione chimica a livello radicale, successivamente alle attività di rimozione degli sterili minerari.</p>	<p>Localizzazione delle pertinenze di cantiere in settori a minor valore ecologico.</p> <p>Mantenimento delle attrezzature di cantiere in corretto stato di funzionamento e manutenzione.</p> <p>Delimitazione delle aree di cantiere e divieto di passaggio di mezzi e personale al di fuori delle piste e delle pertinenze di cantiere.</p>	<p>Le considerazioni valutative sono le medesime di quelle indicate in relazione alla componente “Flora, vegetazione e habitat”</p>

MACRO-INTERVENTO PROGETTUALE	COMPONENTE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI REALIZZAZIONE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI ESERCIZIO	ATTENZIONI E BUONE PRATICHE ASSUNTE DAL PROGETTO (COMPRESIVE DI PRESCRIZIONI D.G.R.14/34 2012)	EVENTUALI VARIAZIONI DEL QUADRO VALUTATIVO DEGLI IMPATTI PREVISTI RISPETTO ALLO SCENARIO STABILITO IN SEDE DI V.I.A. DEL 2012
		<p>terrestre.</p> <p>Degrado qualitativo degli habitat di specie (prevalentemente ad idoneità per fauna acquatica e batraco-erpetofauna) successivamente alla movimentazione e successivo trasporto all'interno del corso d'acqua di metalli pesanti e in seguito a potenziali fenomeni di rilascio di sostanze inquinanti nel corso d'acqua.</p>			
<p>Realizzazione del Sito di Raccolta.</p> <p>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerali).</p>	<p>Suolo, sottosuolo e ambiente idrico</p>	<p>I fattori di impatto relativi alla componente considerata sono riconducibili sostanzialmente alle attività di sistemazione iniziale, di realizzazione dell'impermeabilizzazione basale, di messa in posto degli sterili e di costruzione degli argini di contenimento e alla rimozione degli sterili mineralurgici depositati all'interno del perimetro del Sito.</p> <p>I potenziali impatti sono di seguito schematicamente individuati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • variazione morfologica; • riduzione dell'infiltrazione; • inquinamento delle acque sotterranee; • contaminazione dei suoli; • stabilità geotecnica. <p>La sistemazione iniziale, che prevede, tra gli altri, interventi di scoticamento e regolarizzazione del fondo, comporta una variazione dell'attuale morfologia, la cui rilevanza è stimata di grado basso in ragione della modesta entità di tale variazione.</p> <p>La realizzazione dell'impermeabilizzazione basale determina un cambiamento delle attuali caratteristiche di infiltrazione del suolo, con una rilevanza di grado medio poiché esse sono direttamente correlate con il regime della circolazione idrica sotterranea negli spessori più superficiali del terreno. Tuttavia il possibile inquinamento delle acque sotterranee ha un basso grado di rilevanza in considerazione del fatto che esso è associato al rischio di una errata messa in opera del sistema di impermeabilizzazione.</p> <p>La possibile contaminazione dei suoli deriva dalla eventuale dispersione del percolato negli strati</p>	<p>Gli impatti in fase di esercizio sono sicuramente positivi, visto che gli interventi consentiranno di ridurre il rischio di dispersione di percolato nel suolo e nel sottosuolo. I sedimenti presenti nei Centri di Pericolo infatti, attualmente non monitorati, saranno abbancati nel Sito appositamente progettato e strutturato (impermeabilizzazione, sistemi di monitoraggio).</p> <p>La realizzazione del progetto consentirà inoltre anche la messa in sicurezza dei CdP dal punto di vista della stabilità geotecnica dei siti.</p>	<p>Nel perimetro del Sito di Raccolta sono previsti piezometri utili al monitoraggio delle acque che circolano negli strati più superficiali del substrato scistoso, le quali saranno campionate semestralmente per la determinazione dello Zn, Pb, As, Hg, Cu, i cui valori saranno confrontati con quelli ante operam.</p> <p>La stabilità geotecnica del Sito di Raccolta è stata verificata in sede di progettazione esecutiva.</p> <p>Sull'impermeabilizzazione basale verrà messo in opera un sistema di intercettazione degli eventuali colaticci di permeazione presenti all'interno dei materiali abbancati e che potranno generarsi esclusivamente durante la fase di costruzione del Sito, prima della messa in opera del sistema di impermeabilizzazione di copertura.</p> <p>In prossimità del settore nord-ovest del Sito, nella zona morfologicamente più depressa, è prevista la realizzazione di un manufatto con funzione di ispezione del centro di pompaggio dei colaticci basali.</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>

MACRO-INTERVENTO PROGETTUALE	COMPO NENTE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI REALIZZAZIONE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI ESERCIZIO	ATTENZIONI E BUONE PRATICHE ASSUNTE DAL PROGETTO (COMPRESIVE DI PRESCRIZIONI D.G.R.14/34 2012)	EVENTUALI VARIAZIONI DEL QUADRO VALUTATIVO DEGLI IMPATTI PREVISTI RISPETTO ALLO SCENARIO STABILITO IN SEDE DI V.I.A. DEL 2012
		<p>superficiali del sottosuolo correlata alla potenziale inefficacia del sistema di impermeabilizzazione del Sito di Raccolta; tale potenziale impatto è pertanto strettamente connesso alla corretta progettazione e successiva realizzazione dell'intervento.</p> <p>La messa in posto degli sterili e la costruzione degli argini sono le attività principali di costruzione del Sito di raccolta, che, una volta terminato, costituirà un nuovo volume la cui stabilità geotecnica è verificata ai fini della compatibilità con gli obiettivi della pianificazione di bacino (PAI). La presenza dell'abbancamento di sterili potrebbe costituire una sorgente di movimenti franosi nell'area interessata dal Progetto che, allo stato attuale, non ricade tra quelle a rischio di frana.</p> <p>La rimozione degli sterili mineralurgici depositati all'interno del perimetro del Sito può comportare, durante la movimentazione degli stessi, il contatto con gli strati di terreno vergine sottostanti e il conseguente inquinamento delle acque sotterranee. Tuttavia il grado di rilevanza è basso in quanto la falda, nell'area in questione, si trova ad una profondità maggiore di quella che sarà interessata dalle operazioni in progetto.</p>			
Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.		<p>I potenziali impatti afferenti alla rimozione dei sedimenti dall'asta fluviale sono riconducibili a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • variazione morfologica; • stabilità geotecnica. <p>La variazione morfologica dell'alveo è oggetto degli approfondimenti progettuali relativi alla sistemazione idraulica (non inclusa tra gli interventi esaminati nell'ambito del procedimento di VIA), condotti conciliando le esigenze legate all'asportazione dei sedimenti con quelle legate alla funzionalità idraulica e seguendo, per quanto possibile, l'andamento naturale del corso d'acqua.</p> <p>Le sezioni di scavo/riempimento sono state verificate al fine della stabilità geotecnica dei versanti.</p>	<p>Gli interventi di sistemazione idraulica/rinaturalizzazione del Rio S. Giorgio sono strategici per l'equilibrio ambientale del corso d'acqua e del suo recettore terminale rappresentato dalla palude di Sa Masa, con impatti a lungo termine sicuramente positivi.</p>	<p>Nell'ambito degli approfondimenti progettuali, sono state redatte la RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA, utile per la determinazione della stabilità dei versanti, e la RELAZIONE IDROLOGICA, IDRAULICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA, attraverso la quale è dimostrato chiaramente che non viene causato alcun aumento della pericolosità, né a monte, né a valle dell'intervento; nelle sezioni intermedie i livelli del pelo libero sono generalmente inferiori, con sporadiche eccezioni solo in corrispondenza degli attraversamenti.</p> <p>Gli ulteriori studi sulle peculiarità ecologiche e morfo-pedologiche condotti unitamente alle modifiche/approfondimenti progettuali garantiscano di massimizzare la resa dell'intervento e favorire l'innescio delle dinamiche fitoassociative naturali.</p>	<p>Le considerazioni valutative sono le medesime di quelle indicate in relazione alla componente “Flora, vegetazione e habitat”</p>

MACRO-INTERVENTO PROGETTUALE	COMPO NENTE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI REALIZZAZIONE	IMPATTI POTENZIALI IN FASE DI ESERCIZIO	ATTENZIONI E BUONE PRATICHE ASSUNTE DAL PROGETTO (COMPRESIVE DI PRESCRIZIONI D.G.R.14/34 2012)	EVENTUALI VARIAZIONI DEL QUADRO VALUTATIVO DEGLI IMPATTI PREVISTI RISPETTO ALLO SCENARIO STABILITO IN SEDE DI V.I.A. DEL 2012
<p><u>Realizzazione del Sito di Raccolta.</u></p> <p><u>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerari).</u></p>	<p>Paesaggio</p>	<p>L'intervento con maggiore impatto sul paesaggio, rispetto alla complessità degli interventi previsti, è senza dubbio la realizzazione del Sito di Raccolta, in termini di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico dei luoghi • modificazione della morfologia dei luoghi • modificazione dell'assetto agricolo e vegetazionale <p>Tali impatti hanno carattere negativo ma temporaneo</p>	<p>Gli impatti a lungo termine sul paesaggio hanno sicuramente carattere positivo, e possono essere così sintetizzati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • conservazione di una fra le più caratteristiche testimonianze paesaggistiche della passata attività mineraria; • Messa in Sicurezza Permanente di una parte di discarica di sterili mineralurgici, con la sua delimitazione (chiusura della possibile estensione della contaminazione); • recupero a verde con specie arbustive ed arboree endemiche di ampie superfici; • riconversione d'uso dei territori secondo destinazioni urbanistiche compatibili. <p>Tali impatti afferenti alla fase di realizzazione sono compensati dagli interventi di messa in sicurezza e bonifica dei Centri di Pericolo che, nell'insieme presentano un rapporto superfici impegnate/volumi da asportare molto alto, con indubbi benefici dal punto di vista ambientale e paesaggistico. Per quanto riguarda la modifica dell'assetto agricolo e vegetazionale, è evidente che l'asportazione degli sterili e successiva rivegetazione con specie erbacee, arbustive e arboree endemiche comporterà impatti positivi sul contesto sia ambientale che paesaggistico dei luoghi.</p>	<p>Il Sito di Raccolta è stato progettato in modo tale da conferire all'opera una certa continuità sia con i bacini sterili, sia con il contesto paesaggistico che fa da cornice all'area di ubicazione delle strutture. La continuità dell'opera con il più recente dei bacini di San Giorgio è stata garantita sia dal punto di vista strutturale sia dal punto di vista percettivo, in quanto la conformazione degli stessi argini e i materiali adottati per la loro realizzazione sono analoghi a quelli degli altri bacini. Per mitigare gli effetti delle modificazioni imposte alla morfologia naturale dell'area è previsto la rinaturalizzazione della superficie di copertura e degli stessi argini del Sito, che consentirà di armonizzare, sotto il profilo cromatico, percettivo, paesaggistico e ambientale l'inserimento dell'opera nel contesto del luogo.</p> <p>Anche per gli interventi nei Centri di Pericolo di Campo Pisano, Monte Agruxau e Seddas Moddizis saranno attuate opere di rinaturalizzazione con l'utilizzo di specie endemiche che consentiranno di rafforzare il legame con il contesto di riferimento. Con tale intervento verranno accelerati i processi di rinaturalizzazione delle aree di intervento ed il risultato finale sarà quello di un territorio che, pur modificato dagli interventi di rimozione dei residui minerari, si presenterà con uno scenario dal quale emergerà l'armonia non solo dal punto di vista geomorfologico, ma anche cromatico, restituendo naturalità all'intero assetto paesaggistico.</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>

<p><u>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</u></p>		<p>In fase di esecuzione degli interventi sul Rio San Giorgio, relativamente alla componente paesaggistica si rilevano i seguenti impatti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • modificazione dell’assetto percettivo, scenico e panoramico dei luoghi • modificazione della morfologia dei luoghi • modificazione dell’assetto vegetazionale <p>Tali impatti hanno carattere negativo ma temporaneo.</p>	<p>Gli impatti a lungo termine sul paesaggio hanno sicuramente carattere positivo, e possono essere così sintetizzati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messa in Sicurezza Permanente di una parte di discarica di sterili mineralurgici, con la sua delimitazione (chiusura della possibile estensione della contaminazione); • recupero a verde con specie arbustive ed arboree endemiche di ampie superfici. 	<p>Gli interventi di mitigazione principali relativi agli interventi del Rio San Giorgio sono costituiti dalle opere di rinaturalizzazione che prevedono sia la ricostruzione della fascia riparia che di quella golenale, sia interventi finalizzati alla rivegetazione dell’alveo, attività finalizzate al miglioramento delle caratteristiche ambientali del sistema fluviale nel suo complesso e all’immediato ripristino delle capacità autodepurative.</p> <p>A queste attività di rinverdimento seguiranno attività consistenti nella rivegetazione arbustiva mediante la piantumazione controllata di specie endemiche opportunamente selezionate in funzione delle caratteristiche morfologiche delle aree da rivegetare.</p> <p>In riferimento ai nuclei di vegetazione arbustiva e arborea costituiti da esemplari alloctoni (palme ed eucaliptus, ad esempio) presenti in alcuni tratti dell’alveo, sarà valutata caso per caso, in fase esecutiva e operativa, l’opportunità di una loro asportazione; è prevista invece la totale salvaguardia delle specie di interesse e valore naturalistico, per le quali si dovrà procedere con l’asportazione dei materiali contaminanti presenti nell’immediato intorno con mezzi di ridotte dimensioni o eventualmente a mano.</p> <p>Qualora si rendesse necessario l’espianto di esemplari/nuclei arborei autoctoni (lecci, sughere, olivastri, tamerici) interferenti con le attività di cantiere, si dovrà provvedere al successivo reimpianto in aree con ambienti coerenti sotto il profilo biotico e abiotico, identificate preliminarmente in settori contermini ai siti di prelievo.</p>	<p>Gli approfondimenti progettuali prevedono la sistemazione idraulica del fiume e il conseguente inserimento lungo il tracciato di briglie e mantellate, costituite da massi naturali non legati, che, vista la funzione di limitare la pendenza longitudinale dell’alveo e quindi le velocità delle correnti di piena, nonché di ridurre il fenomeno di erosione delle superfici e il volume dei solidi trasportati, favoriranno l’aumento dei tempi di contatto delle acque con la vegetazione presente in alveo e nelle aree golenali, determinante per il processo fitodepurativo del sistema fiume.</p>
---	--	--	---	---	---

<p><u>Realizzazione del Sito di Raccolta.</u></p> <p><u>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerari).</u></p>	<p style="text-align: center;">Salute Pubblica</p>	<p>I potenziali fattori di impatto sulla componente salute pubblica rispetto agli interventi considerati, sono sostanzialmente riferibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> • produzione di rumori; • produzione e dispersione di polveri. <p>Il primo fattore è determinato dall’impiego delle macchine operatrici interne al cantiere e da quello prodotto dai mezzi pesanti di cantiere lungo la viabilità locale del territorio; il secondo, dalle operazioni di scavo e successiva movimentazione dei sedimenti, dal sollevamento di polveri generato dal transito sulle aree di lavoro e sulle piste non asfaltate dei mezzi di cantiere nonché dalle emissioni di scarico degli stessi.</p> <p>In sede di stesura del SIA allegato alla procedura di VIA, approvata nel 2012, è stato dimostrato, su modelli previsionali, come l’entità di tali fattori non sia tale da determinare impatti significativi su ricettori sensibili, quali ad esempio i limitrofi centri abitati. Si sottolinea, ad ogni modo, che non sono presenti ricettori sensibili in prossimità del cantiere. Gli effetti di impatto, per altro, hanno carattere prettamente temporaneo essendo limitati alla sola fase di cantiere per la realizzazione dell’opera.</p>	<p>In fase di esercizio, i fattori di impatto, determinati dalle operazioni di cantiere, saranno nulli.</p> <p>Gli interventi di bonifica e messa in sicurezza dei Centri di Pericolo saranno inoltre determinanti per l’abbattimento dei rischi derivanti dal potenziale trasporto di polveri contaminate attualmente esposte alla attività del vento. Considerato pertanto che il progetto prevede di eliminare in tal senso le matrici di pericolo, è lecito definire di carattere positivo i potenziali impatti in fase post operam.</p>	<p>Il Piano di Monitoraggio, allegato alla VIA 2012, prevede, in relazione al fattore rumore, una campagna di monitoraggio ante operam e durante le fasi di cantiere.</p> <p>Adozione di attenzioni per il contenimento della dispersione di polveri.</p> <p>Mantenimento delle attrezzature di cantiere in corretto stato di funzionamento e manutenzione.</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>
---	---	--	--	---	--

<p>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</p>		<p>I potenziali fattori di impatto sulla componente salute pubblica rispetto agli interventi considerati, sono sostanzialmente riferibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> • produzione di rumori; • produzione e dispersione di polveri; • salubrità delle acque. <p>Il primo fattore è determinato dall’impiego delle macchine operatrici interne al cantiere e da quello prodotto dai mezzi pesanti di cantiere lungo la viabilità locale del territorio; il secondo, dalle operazioni di scavo e successiva movimentazione dei sedimenti, dal sollevamento di polveri generato dal transito sulle aree di lavoro e sulle piste non asfaltate dei mezzi di cantiere nonché dalle emissioni di scarico degli stessi.</p> <p>In sede di stesura del SIA allegato alla procedura di VIA, approvata nel 2012, è stato dimostrato, su modelli previsionali, come l’entità di tali fattori non sia tale da determinare impatti significativi su ricettori sensibili, quali ad esempio i limitrofi centri abitati. Si sottolinea, ad ogni modo, che non sono presenti ricettori sensibili in prossimità del cantiere. Gli effetti di impatto, per altro, hanno carattere prettamente temporaneo essendo limitati alla sola fase di cantiere per la realizzazione dell’opera.</p> <p>In riferimento alla salubrità delle acque, l’impatto principale in fase di realizzazione dell’intervento sul Rio San Giorgio è rappresentato dalla potenziale destabilizzazione geochemica con riattivazione dei processi di dissoluzione dei metalli pesanti causata dalla rimozione della vegetazione in alveo, in quanto l’immobilizzazione degli stessi avviene a livello radicale attraverso fenomeni di ritenzione chimica.</p>	<p>In fase di esercizio, i fattori di impatto relativi alla produzione di rumore e di polveri, determinati dalle operazioni di cantiere, saranno nulli.</p> <p>In relazione alla salubrità delle acque, lo scenario futuro ha caratteristiche di impatto sicuramente positive, considerato che le attuali previsioni di sistemazione idraulica/rinaturalizzazione specifiche per il Rio S. Giorgio ripristinano la capacità fitodepurativa del corso d’acqua in seguito alla rimozione degli sterili minerari, riportando il sistema in una situazione di equilibrio nel medio periodo attraverso l’immobilizzazione dei metalli pesanti mobilitati tramite la ritenzione chimica a livello radicale, con la limitazione delle interazioni con la palude di Sa Masa.</p>	<p>Il Piano di Monitoraggio, allegato alla VIA 2012, prevede, in relazione al fattore rumore, una campagna di monitoraggio ante operam e durante le fasi di cantiere.</p> <p>Adozione di attenzioni per il contenimento della dispersione di polveri.</p> <p>Mantenimento delle attrezzature di cantiere in corretto stato di funzionamento e manutenzione.</p> <p>Realizzazione del canale provvisorio che avrà lo scopo di convogliare a valle le acque meteoriche provenienti da monte durante i lavori, mantenendo asciutte le aree di scavo circostanti, lungo l’alveo naturale.</p>	<p>Gli interventi di sistemazione idraulica/rinaturalizzazione del Rio S. Giorgio sono strategici per l’equilibrio ambientale del corso d’acqua e del suo recettore terminale rappresentato dalla palude di Sa Masa.</p> <p>Le attività di rimozione della vegetazione in alveo (necessaria per la rimozione degli sterili minerari depositati lungo il corso fluviale) sono correlabili a potenziali effetti di destabilizzazione degli attuali equilibri geochemici raggiunti dal sistema, con attivazione nel breve-medio termine di processi di rimobilizzazione dei metalli attualmente stabilizzati a livello della pedo-rizosfera da parte delle formazioni vegetazionali idrofile assestate lungo l’alveo fluviale. Tale condizione di stabilizzazione non era stata evidenziata in occasione del precedente procedimento e come tale non considerata allora in sede valutativa.</p> <p>Le attuali previsioni di sistemazione idraulica/rinaturalizzazione specifiche per il Rio S. Giorgio sono orientate a favorire nel tempo il ripristino della capacità fitodepurativa del corso d’acqua, promuovendo nel medio e lungo periodo la possibilità di una riaffermazione e sviluppo delle condizioni di assetto geomorfologico e pedo-vegetazionale fluviale maggiormente efficaci in termini di stabilizzazione dei metalli pesanti.</p> <p>Gli effetti dei processi suindicati incidono principalmente sulla componente in oggetto con particolare riferimento ai sistemi ambientali del corso fluviale del Rio San Giorgio e del suo recettore, la palude di Sa Masa. Processi di dispersione eolica del particolato fine presente in corrispondenza dell’alveo e del fondovalle, precedentemente alla riaffermazione delle formazioni pedo-vegetazionali di copertura, possono determinare un interessamento dei settori insediativi interni alla valle del Rio San Giorgio.</p>
--	--	---	--	---	---

<p><u>Realizzazione del Sito di Raccolta.</u></p> <p><u>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerari).</u></p> <p><u>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</u></p>	<p><i>Rifiuti</i></p>	<p>Il Sito di Raccolta realizza, in un’area già compromessa dal punto di vista ambientale e come tale da sottoporre ad intervento di risanamento, il processo di concentrazione di <u>rifiuti minerari già presenti nel territorio</u>, attraverso la riduzione delle superfici interessate e la perimetrazione dei rifiuti stessi per eliminare il protrarsi di processi di contaminazione. Il semplice rapporto aritmetico superficie bonificata/nuova superficie impegnata, pari a circa 5/1 è sottostimato in termini reali se in aggiunta si effettua un raffronto fra la qualità attuale dei rispettivi territori e la qualità degli effetti degli interventi.</p>	<p>Il Sito di Raccolta è lo strumento della bonifica di una superficie di territorio pari a oltre 370.000 m² a fronte di un’occupazione di nuovo territorio pari a circa 80.000 m², che presenta un sistema di isolamento degli sterili di miniera ben più efficace di quanto non si riesca a realizzare, con costi sostenibili, con la messa in sicurezza permanente di depositi già esistenti. Gli impatti a lungo termine possono pertanto essere valutati in maniera positiva.</p>	<p>La scelta dei centri di pericolo da bonificare è stata condotta considerando la maggiore pericolosità in termini di contenuto di inquinanti nonché sugli abbancamenti facilmente movimentabili e trasportabili dalle acque superficiali verso l’alveo del rio San Giorgio, in funzione del fattore chimico -fisico dei cumuli (presenza di fini – tenori dei contaminanti) e in funzione della facilità da parte dei cumuli di dilavamento.</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>
---	------------------------------	--	--	--	--

<p>Realizzazione del Sito di Raccolta.</p> <p>Bonifica dei Centri di Pericolo (rimozione degli sterili minerari).</p> <p>Bonifica e sistemazione idraulica del Rio San Giorgio.</p>	<p>Sistema socio-economico</p>	<p>Gli impatti potenziali in fase di realizzazione sulla componente socio-economica sono valutati di carattere positivo, considerando le potenziali ricadute occupazionali sia dirette che indirette (indotto).</p>	<p>Le attività di bonifica si concentreranno soprattutto su aree di particolare valenza ambientale e paesaggistica e di maggiore utilità sociale. Uno degli obiettivi cardine del progetto di realizzazione del Sito di Raccolta è quello della riqualificazione socio-economica ed eco-industriale del territorio del Sulcis-iglesiente attraverso interventi di risanamento ambientale.</p> <p>Premettendo che in ambito ambientale beni di valore assoluto quali la vita, l'incolumità, la salute e l'ambiente naturale risultano di difficile monetizzazione, al fine di determinare i potenziali impatti del progetto sul sistema socio-economico è utile confrontare i punti di forza del progetto versus la situazione attuale e gli scenari futuri.</p> <p>In generale si può assumere conservativamente neutrale l'effetto a breve termine derivante dall'azione di risanamento ambientale sull'occupazione: circa la distribuzione settoriale dell'occupazione, è probabile che la proposta porti nel tempo ad un passaggio dell'occupazione da settori potenzialmente impattanti sull'ambiente (industria) a quelli più ecologicamente responsabili (servizi, turismo).</p> <p>Gli interventi programmati consentiranno di restituire le aree interessate agli usi consentiti dagli strumenti urbanistici. Gli interventi di rinaturazione o di urbanizzazione delle aree necessiteranno di alcuni anni per il loro “consolidamento”, ma la valorizzazione delle aree estese limitrofe per fini eco – industriale, turistico ed agricolo a seguito dell'interruzione dei processi di contaminazione, produrrà nel medio-lungo periodo effetti positivi che si ripercuoteranno nell'intero territorio.</p> <p>Inoltre la riqualificazione del comparto fluviale del Rio San Giorgio, dal punto di vista florofaunistico, paesaggistico, ecologico ed idraulico, consentirà l'attivazione di progetti di valorizzazione dello stesso, per fini ricreativi.</p>	<p>Nell'ambito di quanto illustrato nella sezione tecnica dello Studio di Impatto Ambientale sono stati identificati i bisogni/valori potenziali derivanti dal risanamento progettato, e la conseguente scelta tecnico operativa ed economico finanziaria più oculata e consapevole</p>	<p>Nessuna variazione sostanziale.</p>
--	---------------------------------------	---	---	---	--

APPENDICE 1 – CENTRI DI PERICOLO OGGETTO DI BONIFICA

CdP Rio San Giorgio

RSG-01

Il Centro di Pericolo 01 del Rio San Giorgio è adiacente all'area mineraria di Campo Pisano, è lungo circa 80 m, ed è caratterizzato da uno spessore massimo dei sedimenti di circa 4 m (basato su prove SCPT eseguite nel 2019) e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,022.

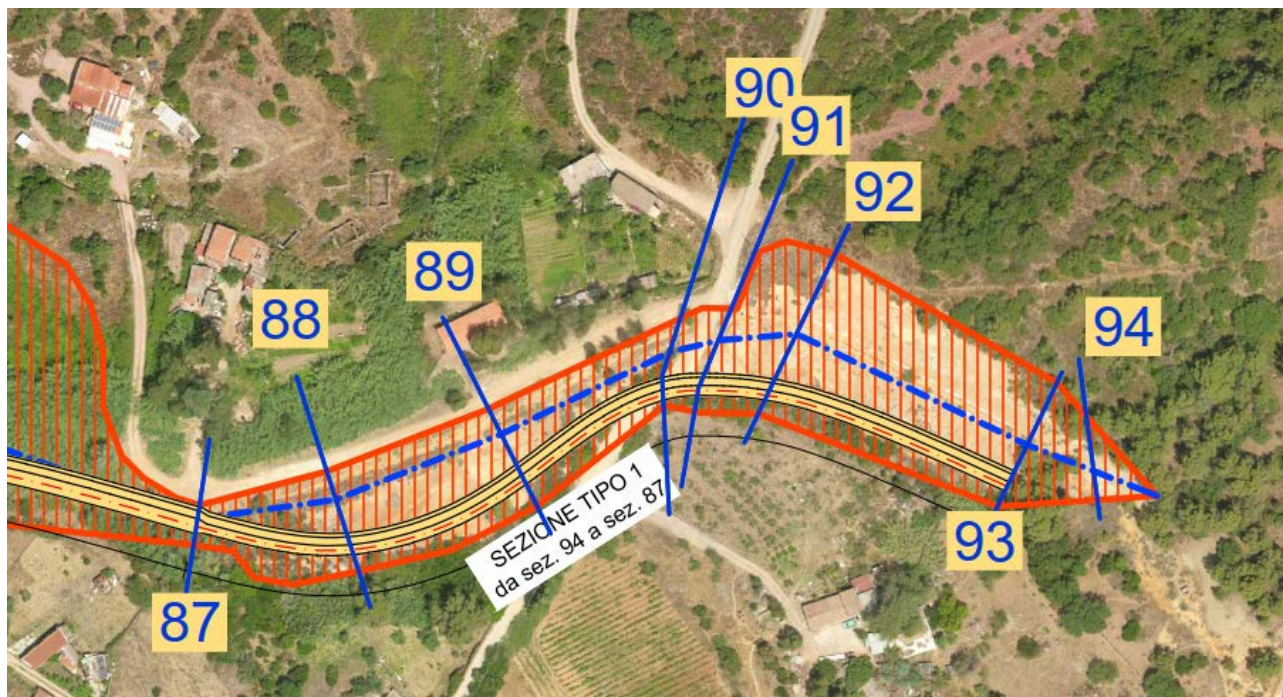


FIGURA 1 ORTOFOTO DEL CdP RSG-01 E RSG-02

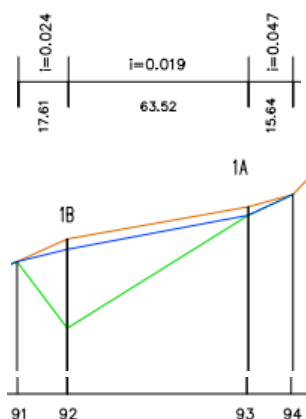


FIGURA 2 PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-01

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali è stato ridefinito un alveo artificiale a canale singolo e rettilineo.

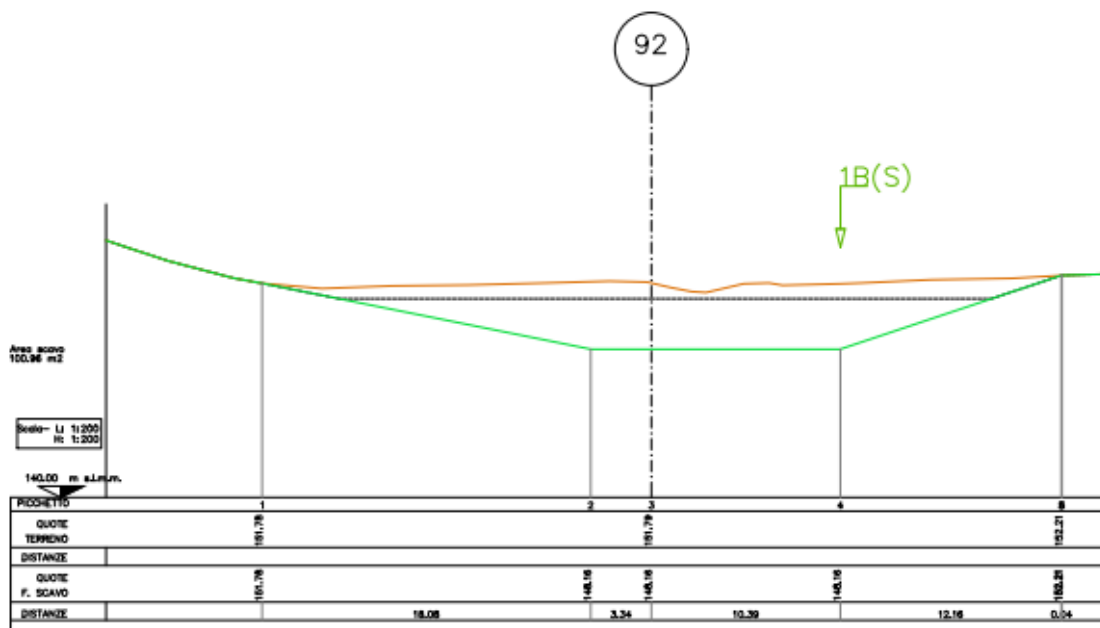


FIGURA 3 SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-01

È raggiungibile tramite una strada sterrata, che lo separa dal CdP RSG-02.
Lungo il suo confine occidentale è presente una linea elettrica aerea.



La superficie è prevalentemente spoglia di vegetazione, con presenza sporadica di arbusti.



FIGURA 4 – CdP RSG-01

RSG-02

Il Centro di Pericolo 02 del Rio San Giorgio (CdP RSG-02) è adiacente all'area mineraria di Campo Pisano.

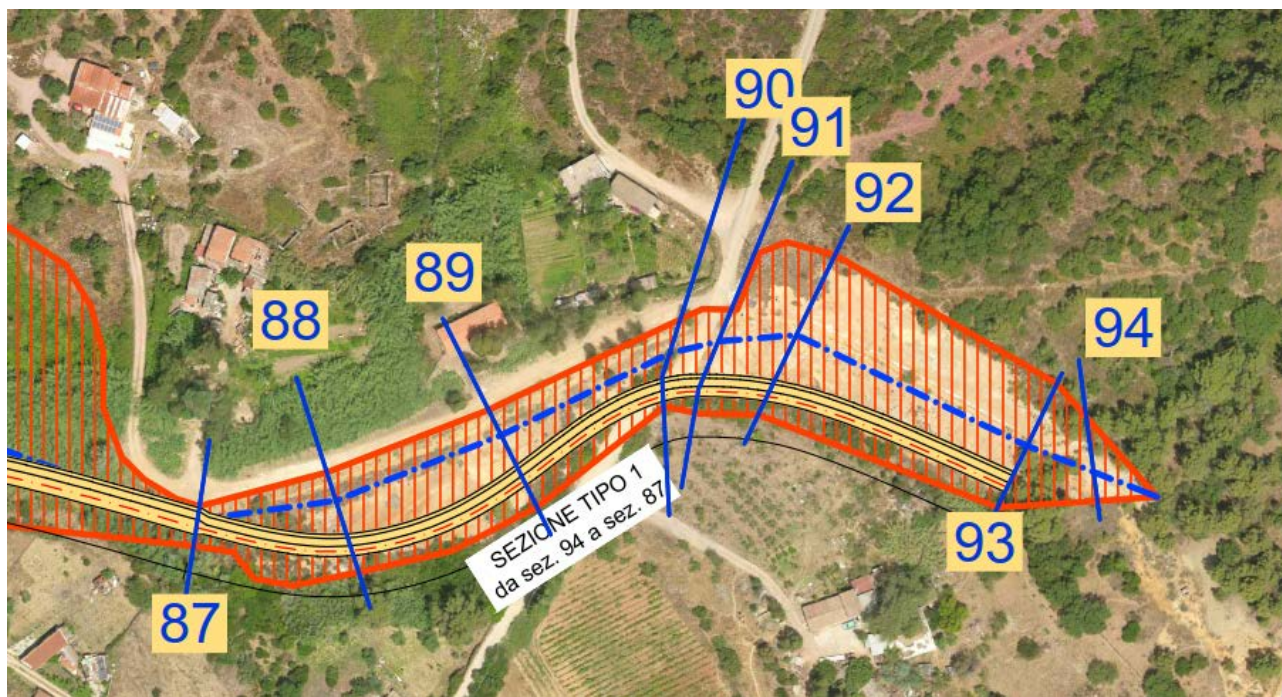


FIGURA 5 ORTOFOTO DEL CdP RSG-02

Il CdP RSG-02 è lungo circa 118 m ed è caratterizzato da uno spessore massimo dei sedimenti di circa 2 m (basato su prove SCPT eseguite nel 2019) e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,018.

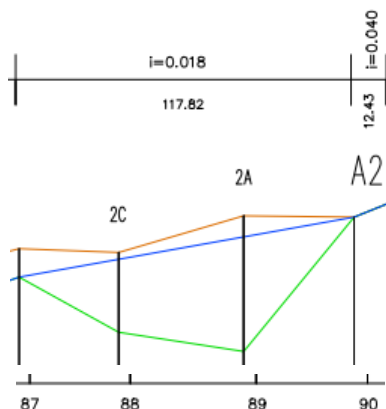


FIGURA 6 –PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-01

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali è stato ridefinito un alveo artificiale a canale singolo e rettilineo.

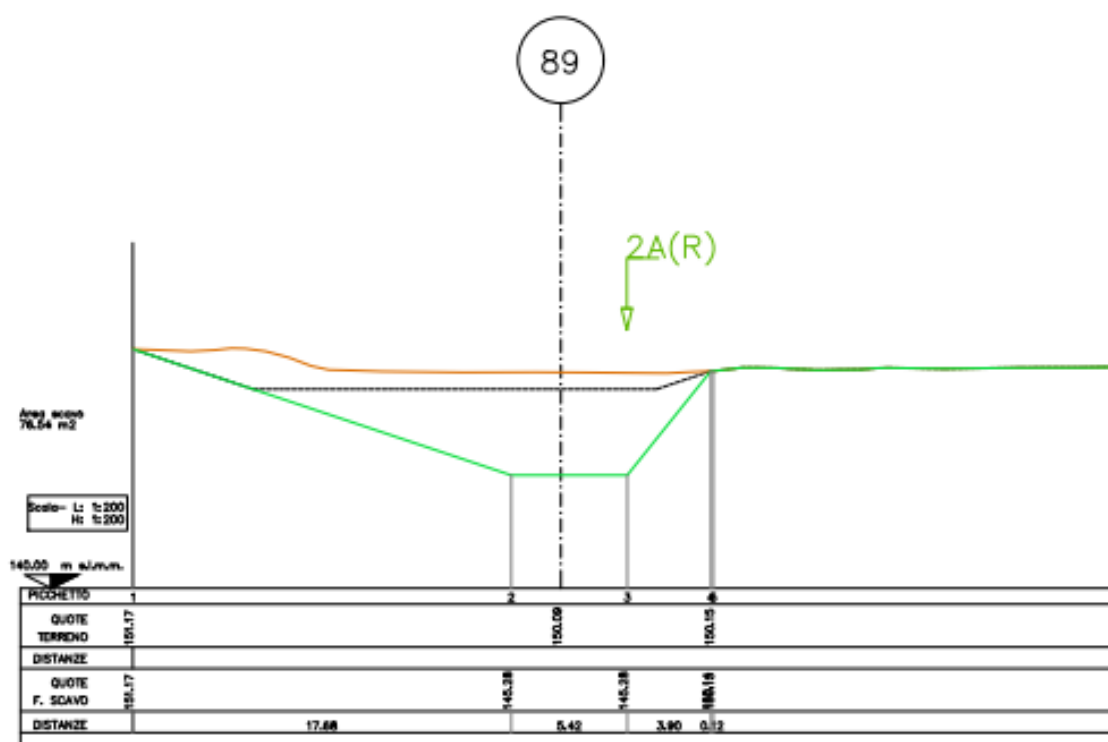


FIGURA 7 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-02

È raggiungibile tramite una strada sterrata, che lo separa dal CdP RSG-01.

La superficie è prevalentemente spoglia di vegetazione, con presenza sporadica di arbusti.



FIGURA 8 – CdP RSG-02

RSG-03

Il **Centro di Pericolo 03** del Rio San Giorgio (CdP RSG-03) è ubicato ad ovest dell'area mineraria di Campo Pisano, a nord della strada statale 130.

La sua zona centrale risulta essere di difficile accesso a causa di terreni a scarsa portanza e/o (fanghi non palabili / acquitrini).

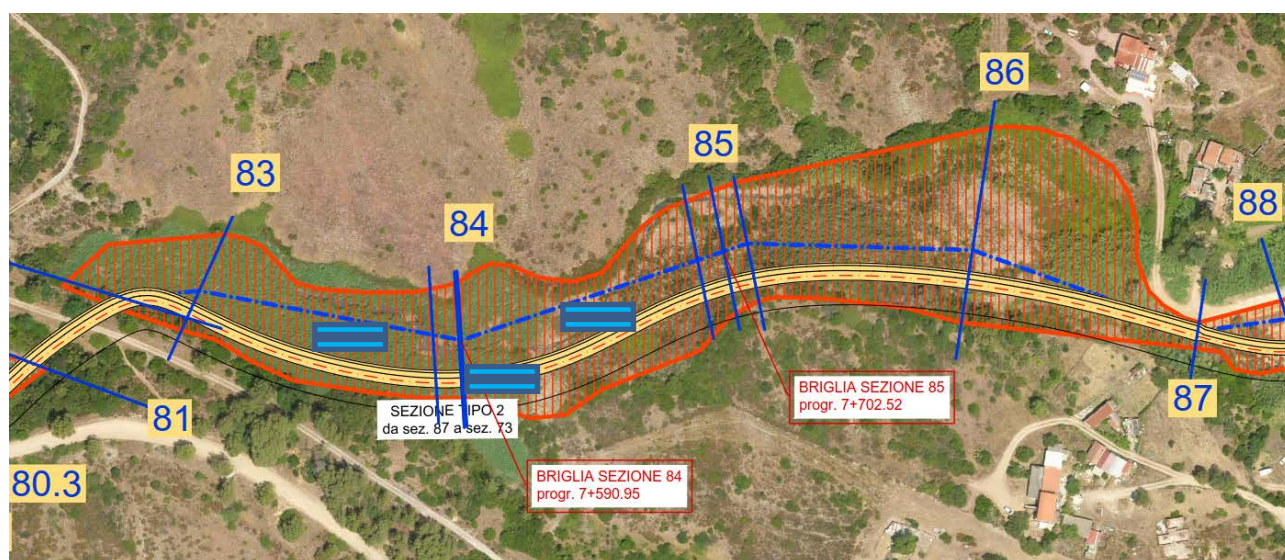


FIGURA 9 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-03. IN AZZURRO LE PARTI ACQUETRINOSE

Il CdP RSG-03 è lungo circa 360 m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 2,43m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,010.

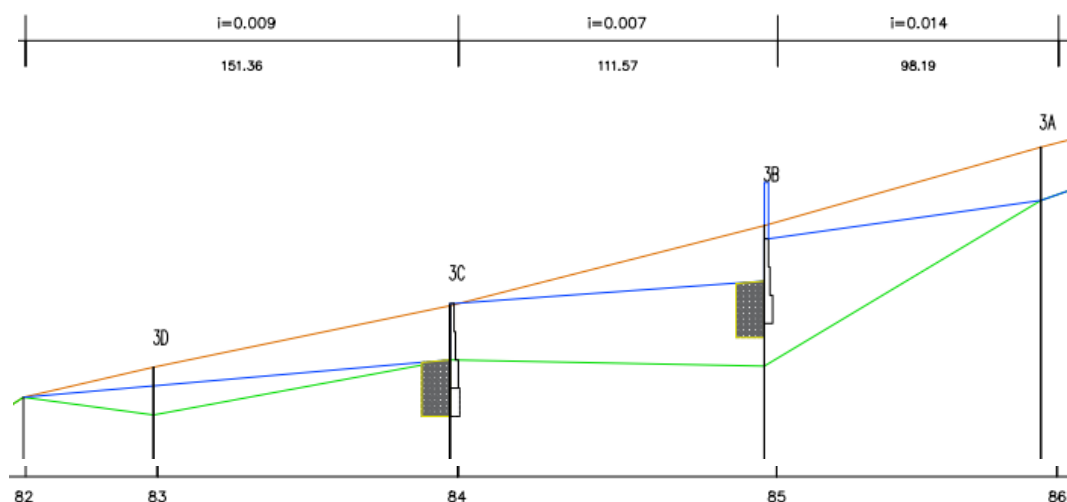


FIGURA 10 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-03

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

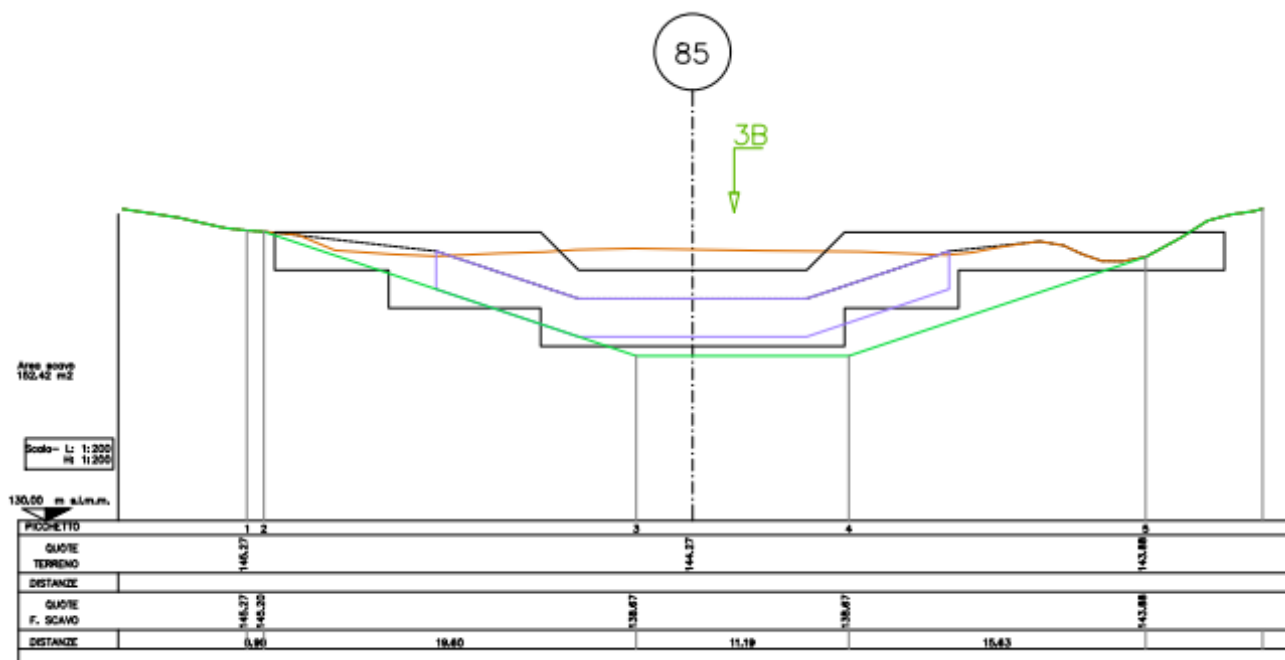


FIGURA 11 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-03

È raggiungibile tramite strada sterrata sia nel suo estremo occidentale che orientale.
La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 12 – CdP RSG-03

RSG-04

Il **Centro di Pericolo 04** del Rio San Giorgio (CdP RSG-04) è ubicato ad ovest dell'area mineraria di Campo Pisano, a nord della strada statale 130.

La sua zona centrale risulta essere di difficile accesso a causa di terreni a scarsa portanza e/o (fanghi non palabili / acquitrini).

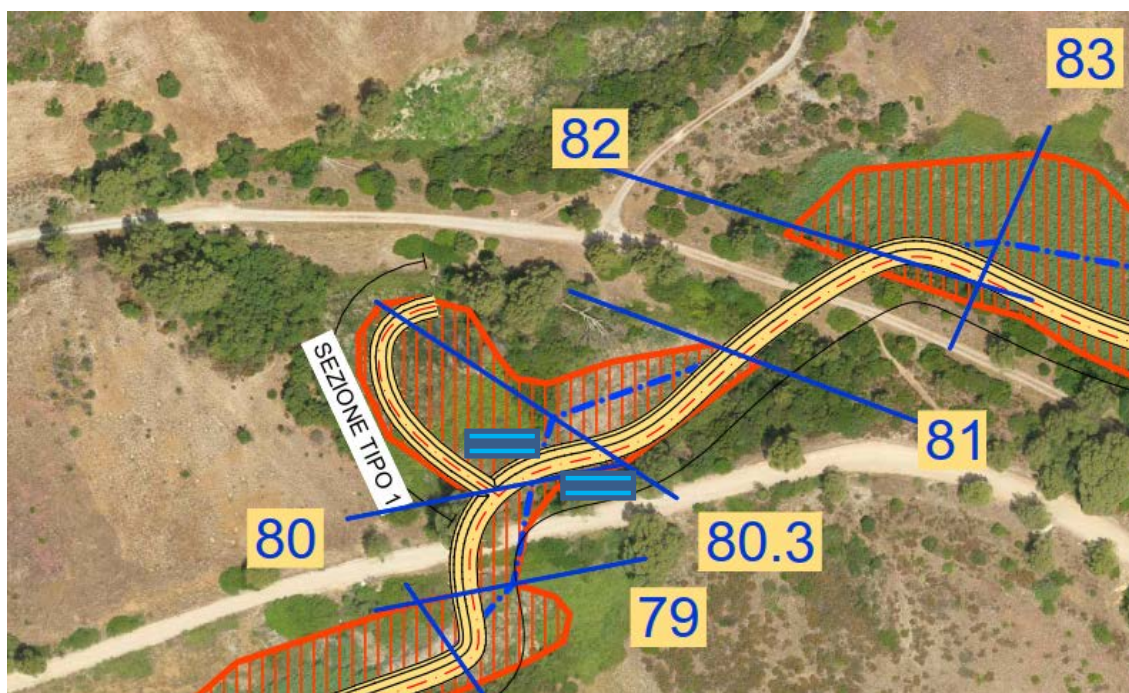


FIGURA 13 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-04

Il CdP RSG-04 è lungo circa 85m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,47m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,028.

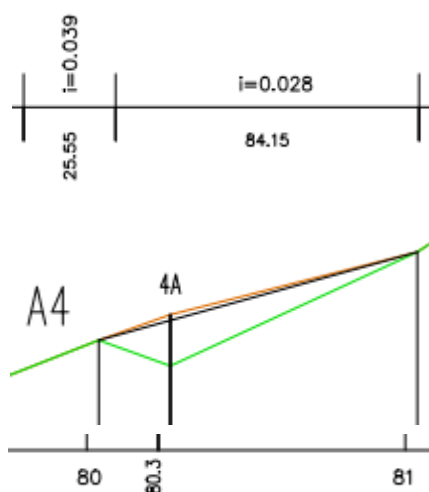


FIGURA 14 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-04

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

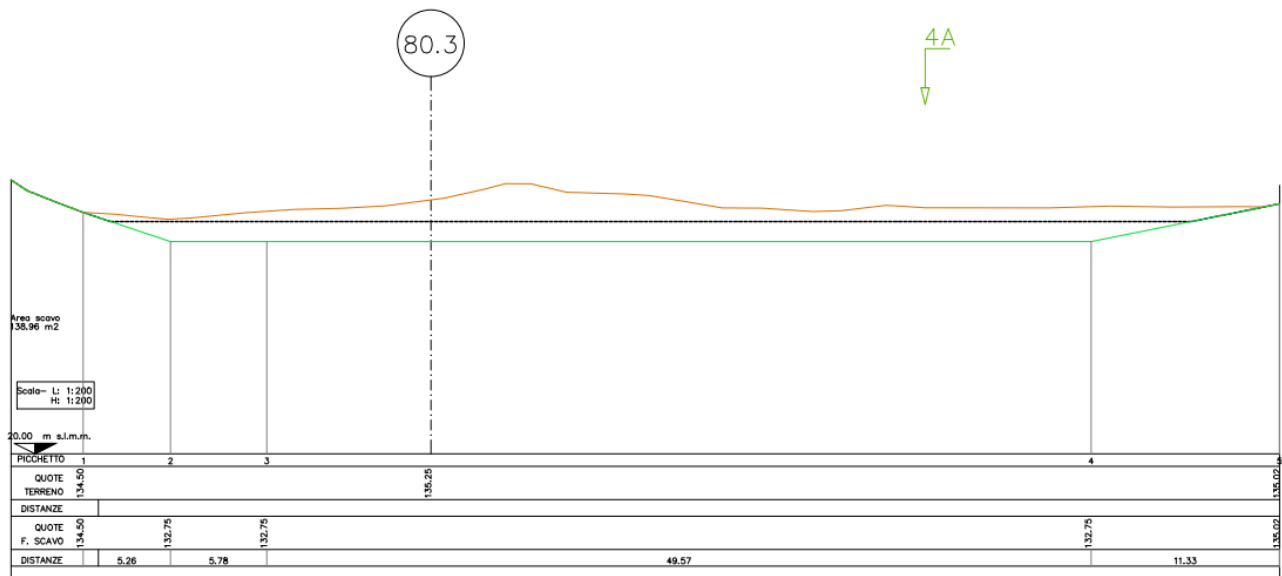


FIGURA 15 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CDP RSG-04

L’accesso all’area è possibile direttamente da strada, percorrendo i prati adiacenti all’alveo.
La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di can ne, arbusti ed alberi ad alto fusto.





FIGURA 16 – CdP RSG-03

RSG-05

Il **Centro di Pericolo 05** del Rio San Giorgio (CdP RSG-05) è ubicato ad ovest dell'area mineraria di Campo Pisano, a nord della strada statale 130.

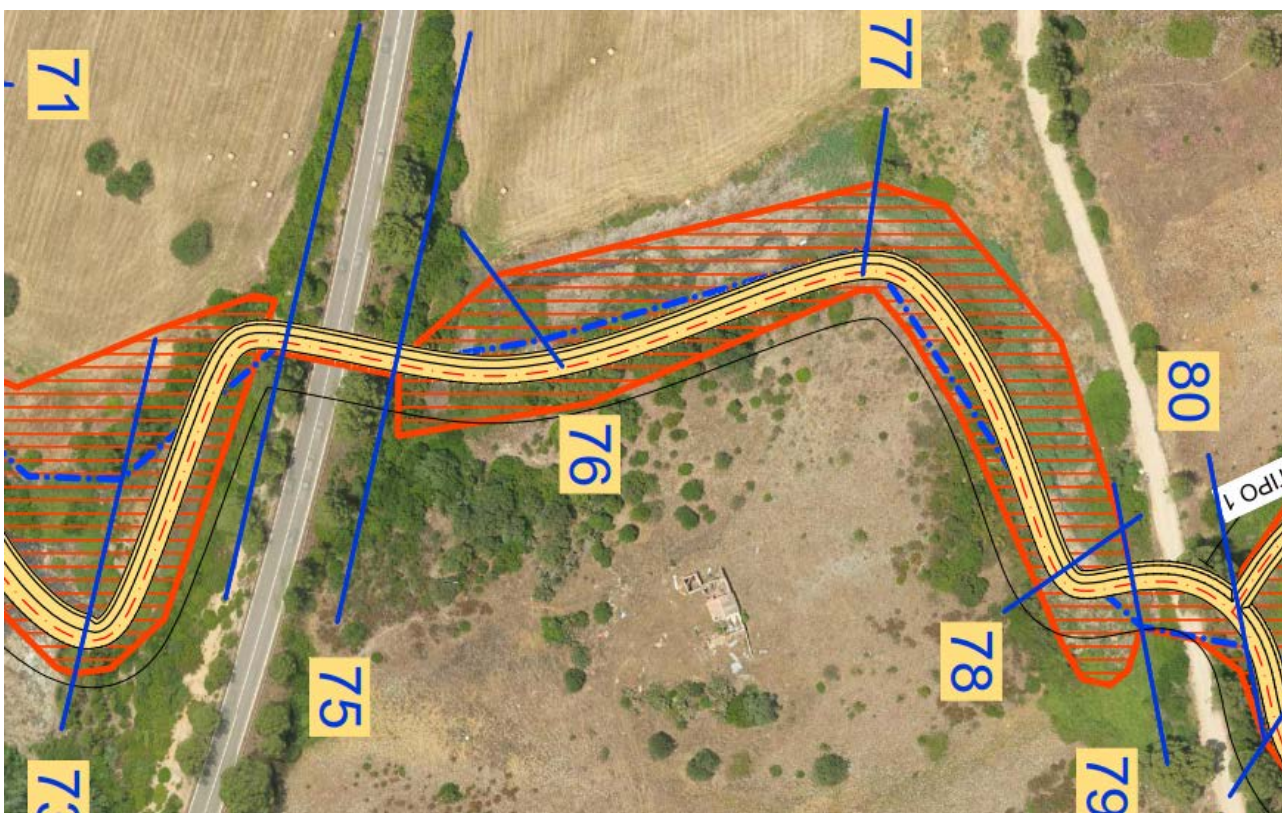


FIGURA 17 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-05

Il CdP RSG-05 è lungo circa 255m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,47m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,016.

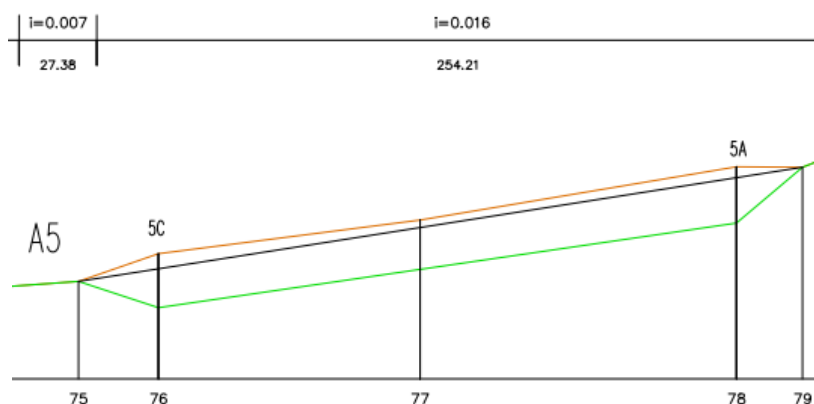


FIGURA 18 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-05

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

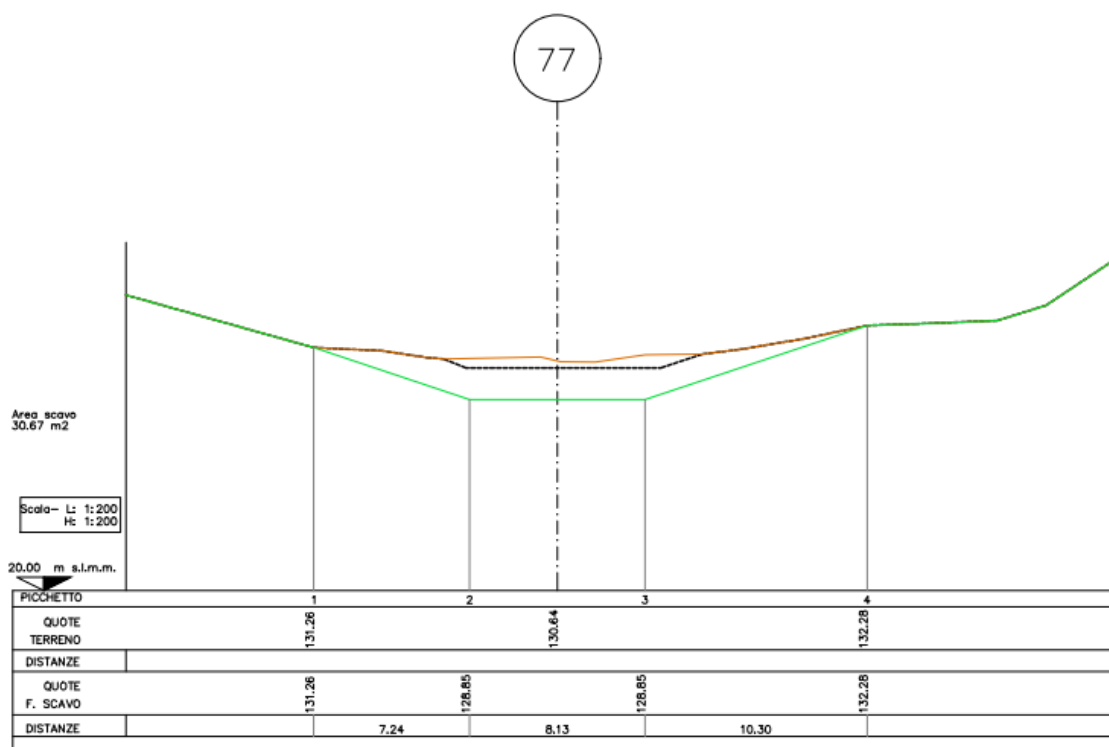


FIGURA 19 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-05

È costeggiato da strada sterrata nel suo margine settentrionale ed è confinato dalla strada statale nel suo margine meridionale.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 20 – CdP RSG-05

RSG-06

Il **Centro di Pericolo 06** del Rio San Giorgio (CdP RSG-06) è ubicato ad ovest dell'area mineraria di Campo Pisano, a sud della strada statale 130.

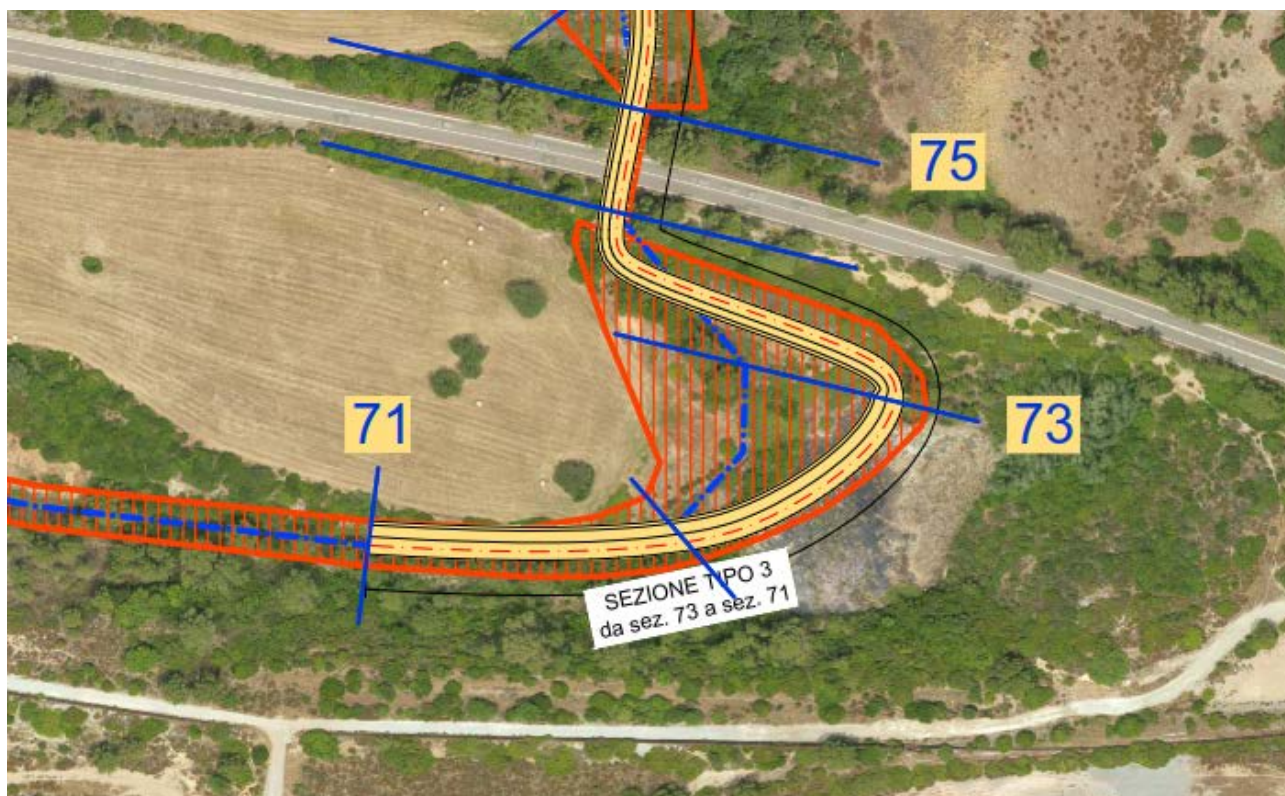


FIGURA 21 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-06

Il CdP RSG-06 è lungo circa 183 m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,18 m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,003.

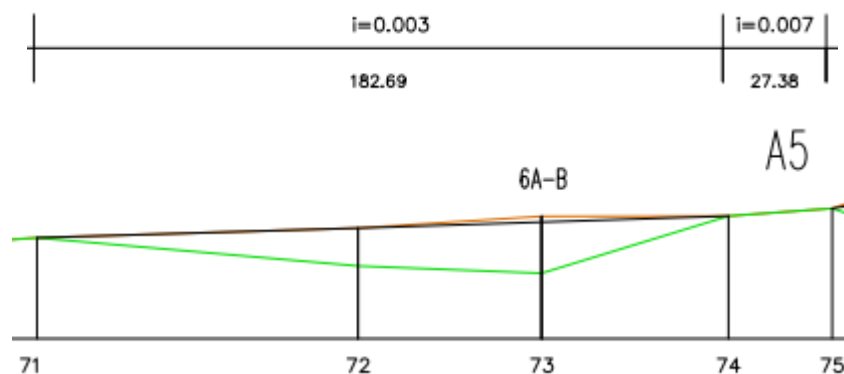


FIGURA 22 – PROFILO LONGITUDINALE DEL Cdp RSG-06

La morfologia delle sponde è asimmetrica, quella lato statale è alta circa 2 m, mentre quella lato sito di raccolta è alta circa 5 m. Entrambe con una pendenza media di 30°.

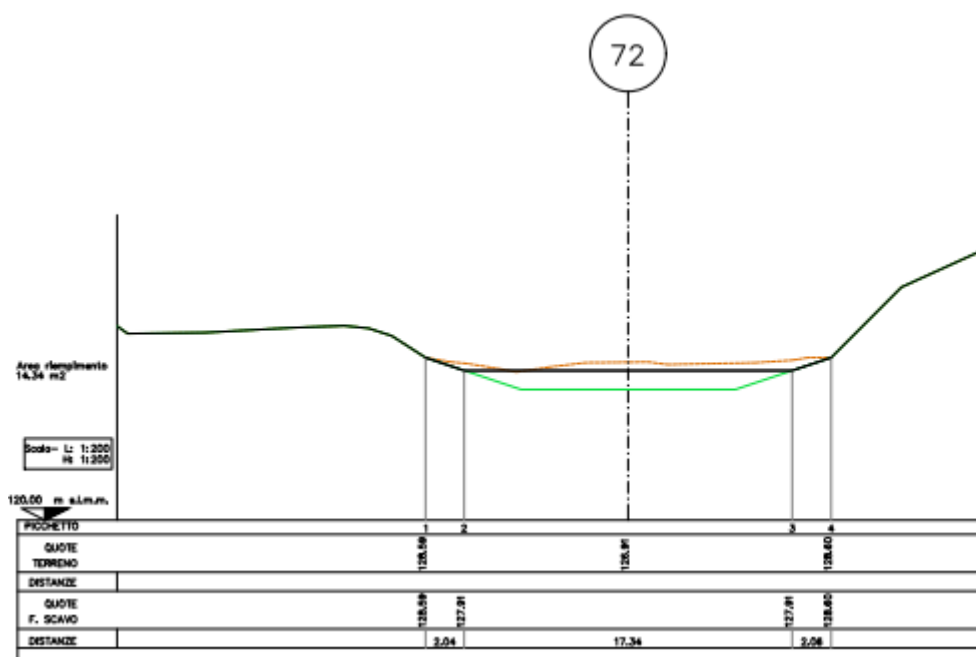


FIGURA 23 – SEZIONE TRASVERSALE DEL Cdp RSG-06

L'alveo in questo centro di pericolo forma un meandro di larghezza indicativa di 20 m.

È costeggiato da strada sterrata nel suo margine meridionale ed è confinato dalla strada statale nel suo margine settentrionale.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.





FIGURA 24 – CdP RSG-06

RSG-07

Il **Centro di Pericolo 07** del Rio San Giorgio (CdP RSG-07) è ubicato a nord del Sito di Raccolta di Casa Massidda, a sud della strada statale 130.



FIGURA 25 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-07

Il CdP RSG-07 è lungo circa 1 km ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 0,37m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,014

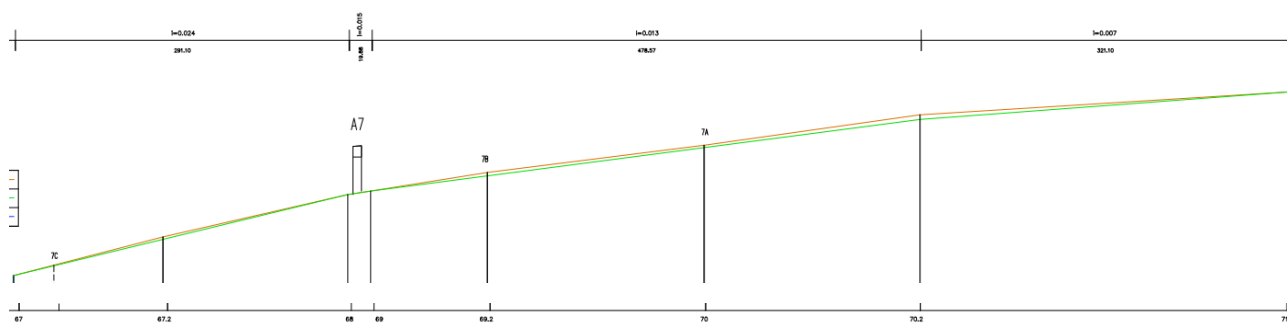


FIGURA 26 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-07

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 45° e altezza compresa fra 0,5 e 1,0m. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo rettilineo.

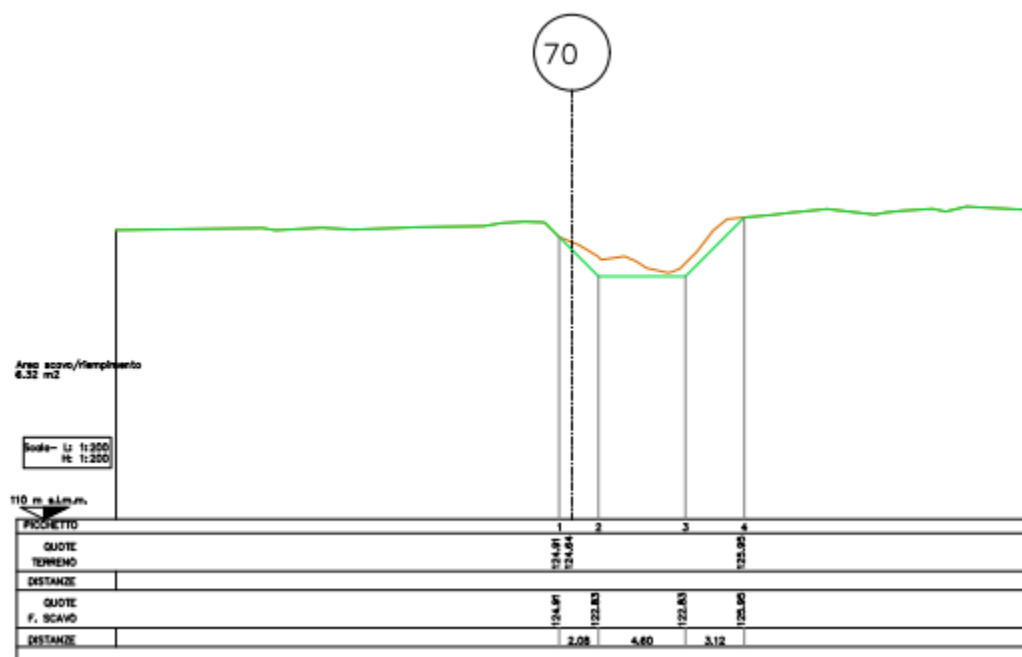


FIGURA 27 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-07

È costeggiato da strada sterrata nel suo margine meridionale ed è confinato dalla strada statale nel suo margine settentrionale.

Lungo il suo tratto finale, in posizione sud-occidentale, il corso del fiume è attraversato da una linea elettrica aerea ad alta tensione.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di arbusti.







FIGURA 28 – CdP RSG-07

RSG-08

Il **Centro di Pericolo 08** del Rio San Giorgio (CdP RSG-08) è ubicato ad ovest del Sito di Raccolta di Casa.



FIGURA 29 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-08

Il CdP RSG-08 è lungo circa 450m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 0,32m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,015.

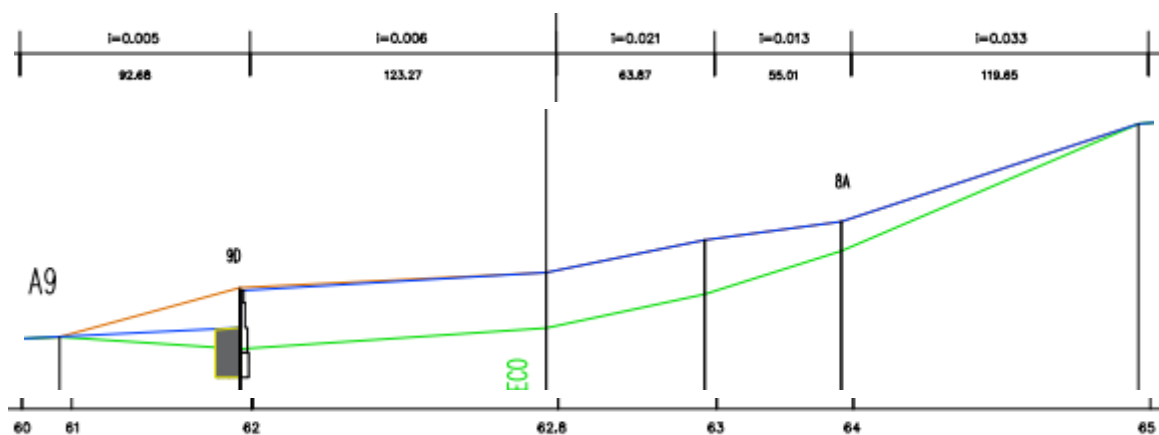


FIGURA 30 – PROFILO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-08

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo rettilineo.

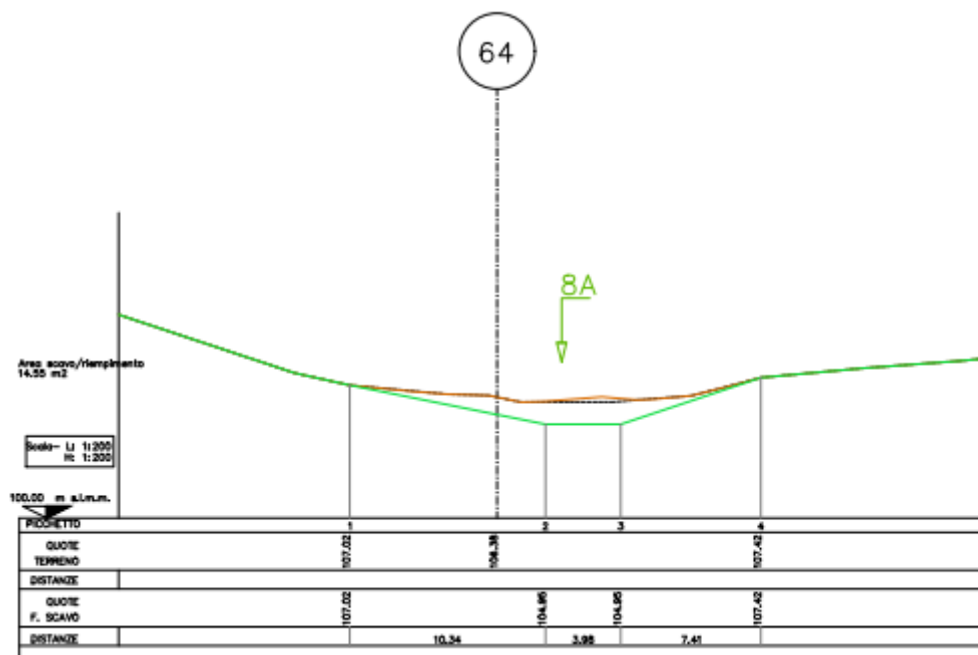


FIGURA 31 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-08

È costeggiato da strada sterrata nel suo margine orientale.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 32 – CdP RSG-08

RSG-09

Il **Centro di Pericolo 09** del Rio San Giorgio (CdP RSG-09) è ubicato a sud-ovest dell’area mineraria di Campo Pisano.

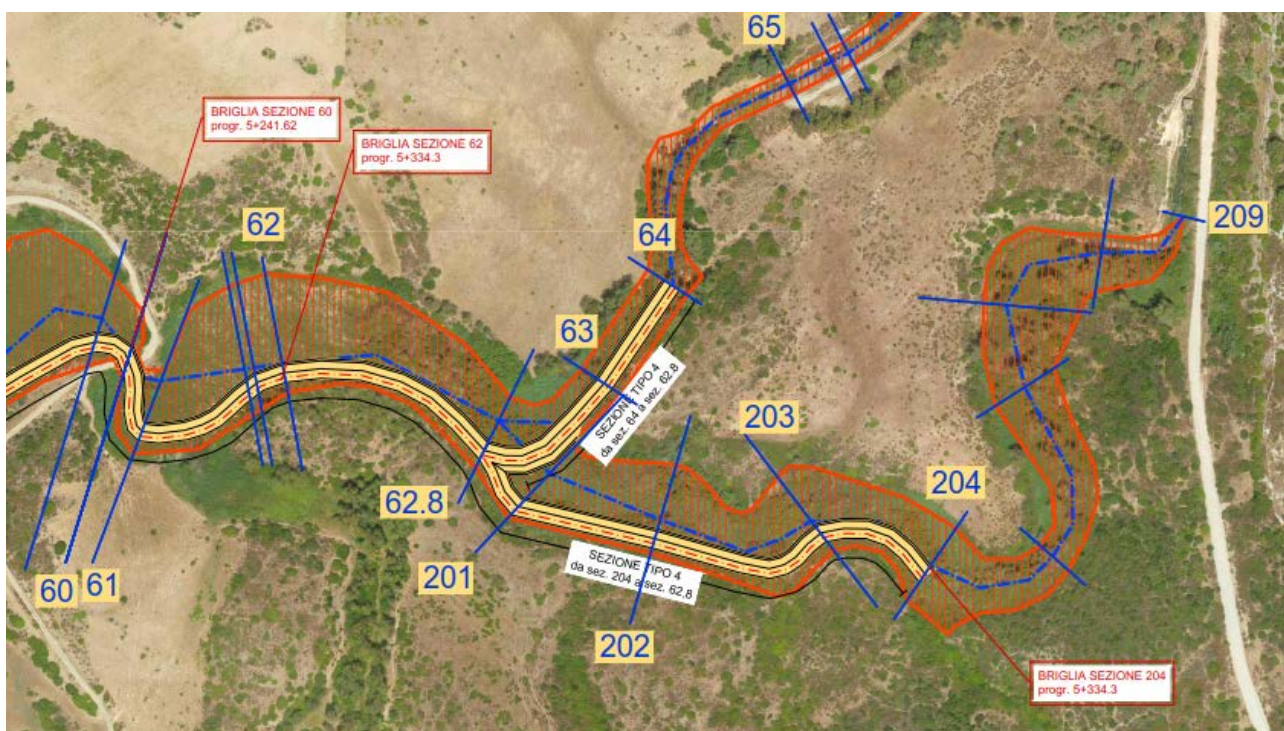


FIGURA 33 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-09

Il CdP RSG-09 è lungo circa 445m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,69m e da una pendenza media dell’alveo (i) di 0,016.

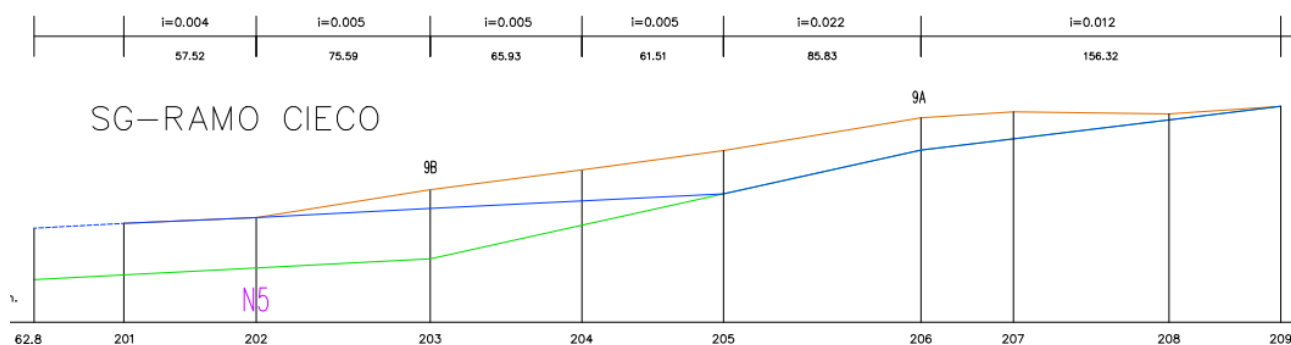


FIGURA 34 – PROFILO LONGITUDINALE DEL Cdp RSG-09

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo a canale singolo da sinuoso.

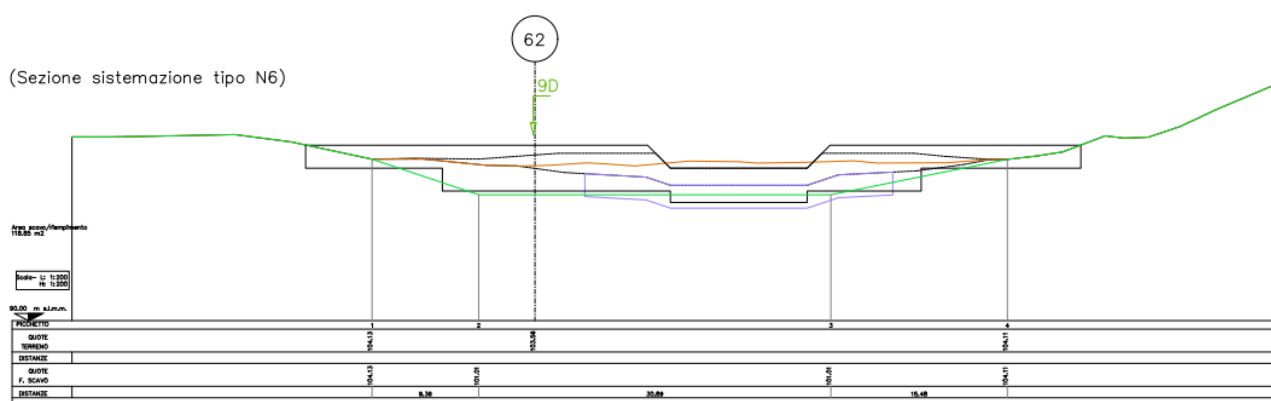


FIGURA 35 – SEZIONE TRASVERSALE DEL Cdp RSG-09

È accessibile da strada sterrata nel suo margine settentrionale.

Il Cdp RSG-09 è attraversato in due punti dalla linea aerea dell'alta tensione.



La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



Figura 36 – CdP RSG-09

RSG-10

Il **Centro di Pericolo 10** del Rio San Giorgio (CdP RSG-10) è ubicato a sud-ovest del Sito di Raccolta di Casa e a est dell’abitato in località Bindua.

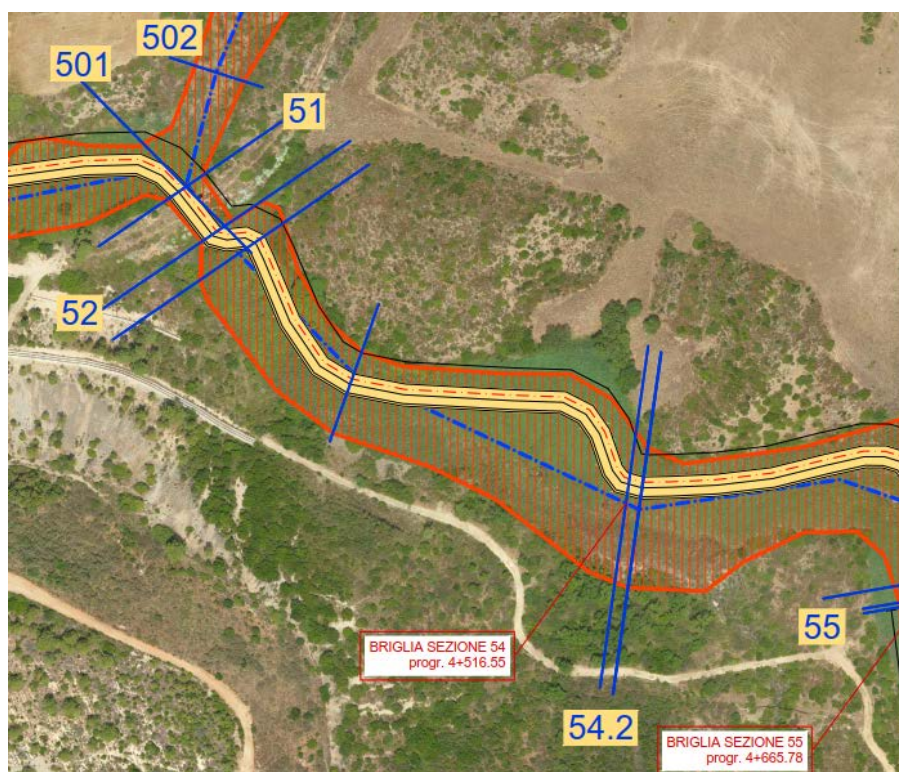
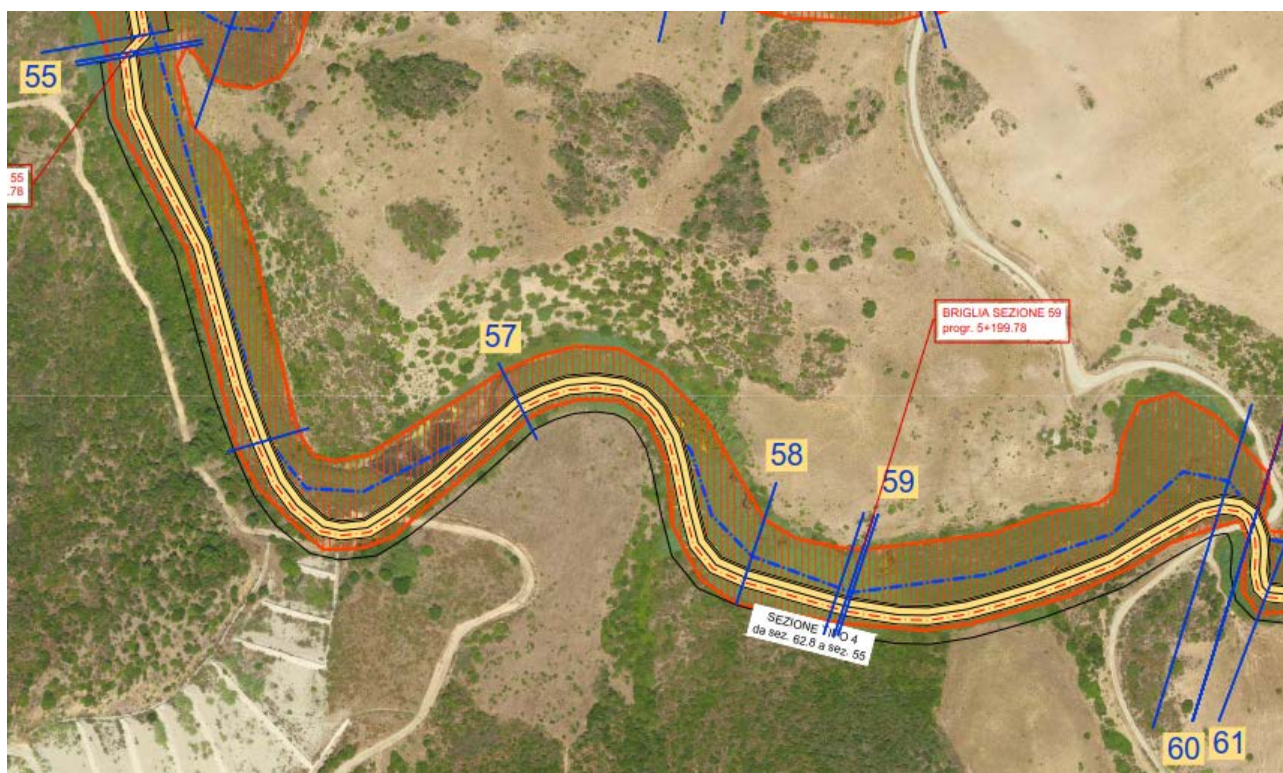


FIGURA 37 – ORTOFOTO DEL Cdp RSG-10, PARTE ORIENTALE (IN ALTO) E PARTE OCCIDENTALE (IN BASSO)

Il Cdp RSG-10 è lungo circa 905 m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 2,35m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,007.

Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale
Realizzazione del sito di raccolta nella valle del Rio San Giorgio in località “Casa Massidda”

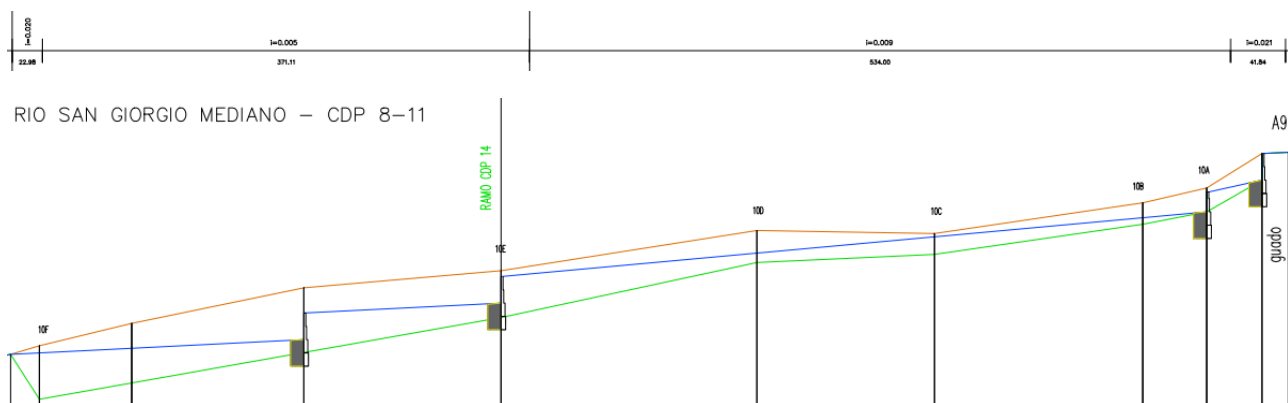


FIGURA 38 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-10

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

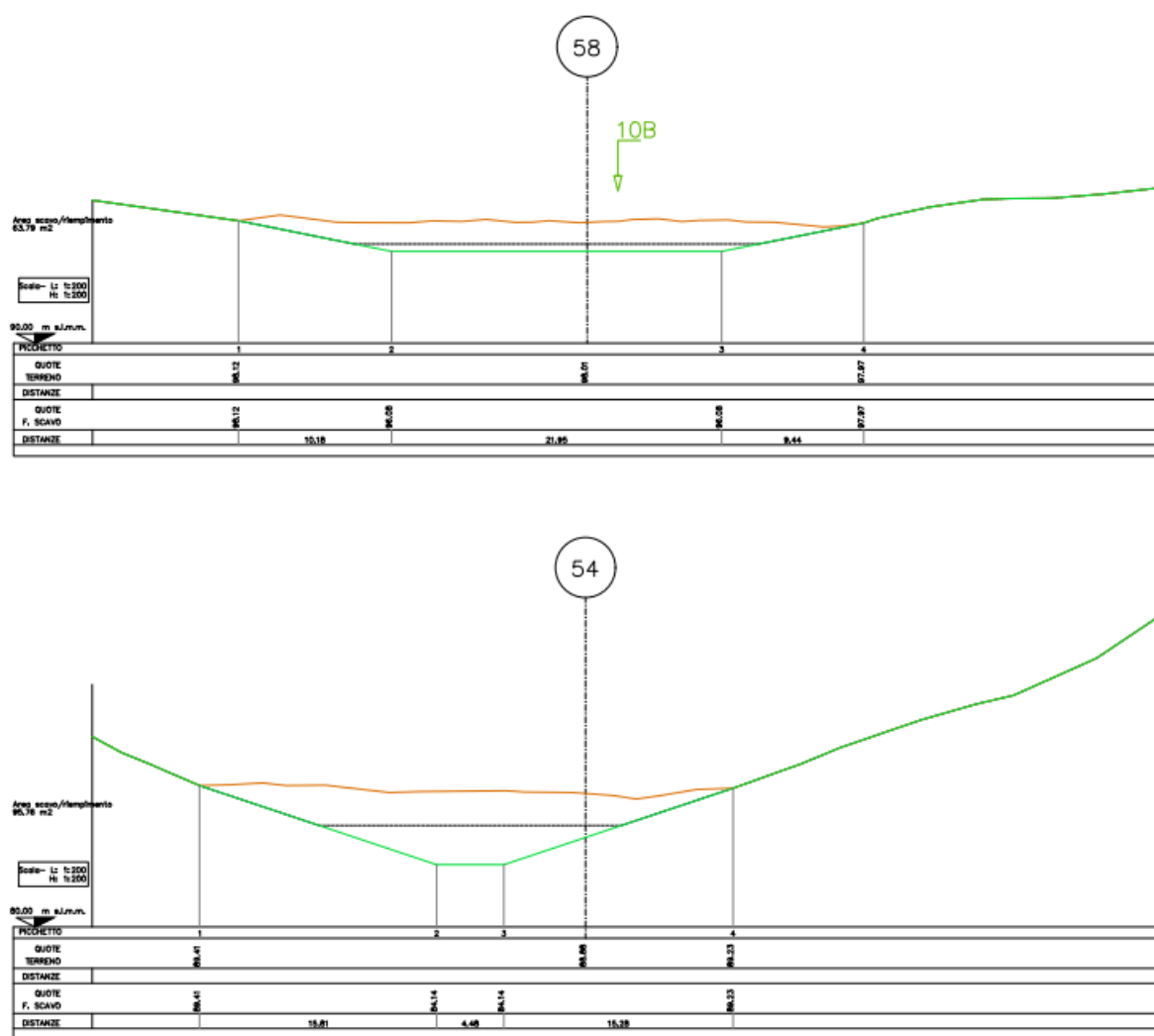


FIGURA 39 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-10, PARTE ORIENTALE (IN ALTO) E PARTE OCCIDENTALE (IN BASSO)

È costeggiato da strada sterrata nel suo margine occidentale ed è raggiungibile, previo sfalcio, da una traccia che parte da località Bindua.

Lungo il suo confine orientale è presente una linea elettrica aerea.



La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti.



FIGURA 40 – CdP RSG-10

Il **Centro di Pericolo 11** del Rio San Giorgio (CdP RSG-11) è ubicato a e a est dell'abitato in località Bindua.

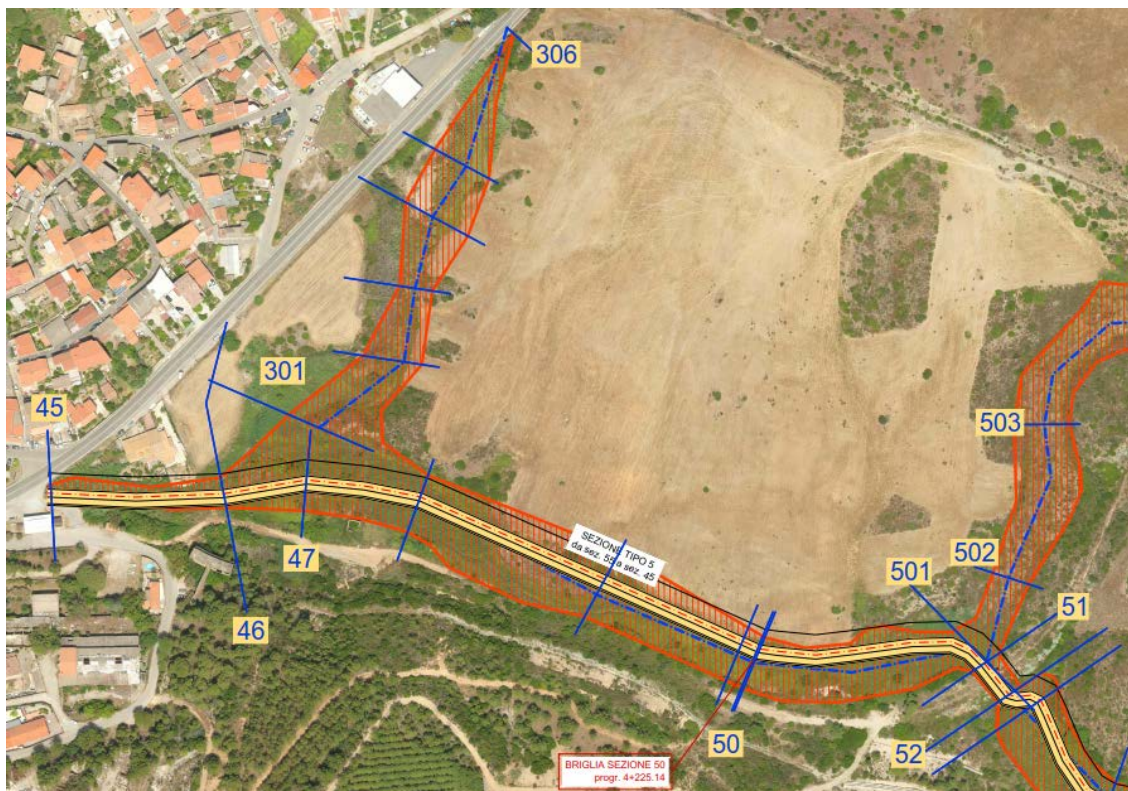


FIGURA 41 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-11

Il CdP RSG-11 è lungo circa 407 m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,93m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,011.

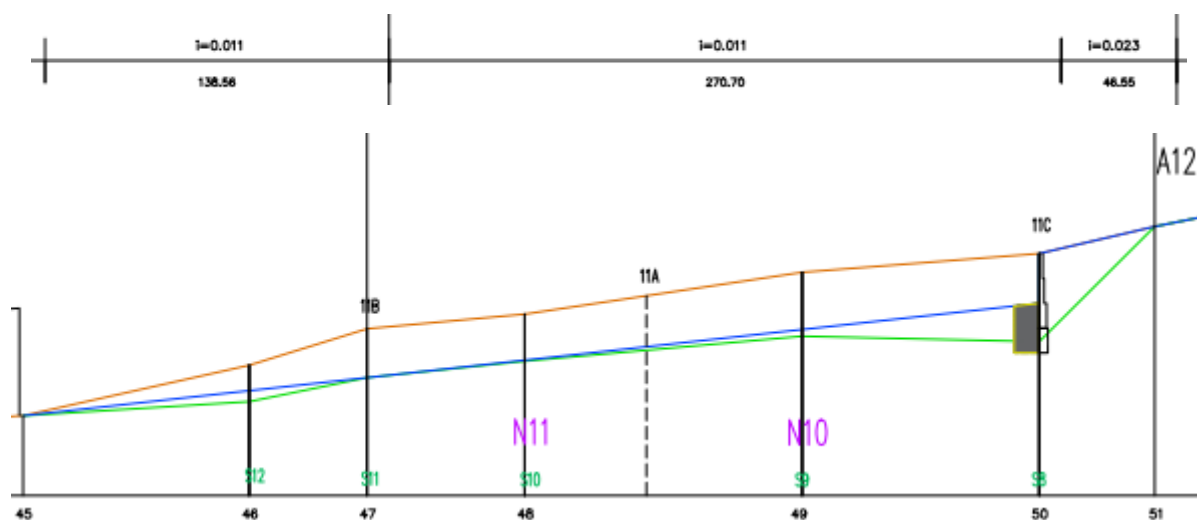


FIGURA 42 – PROFILO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-11

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

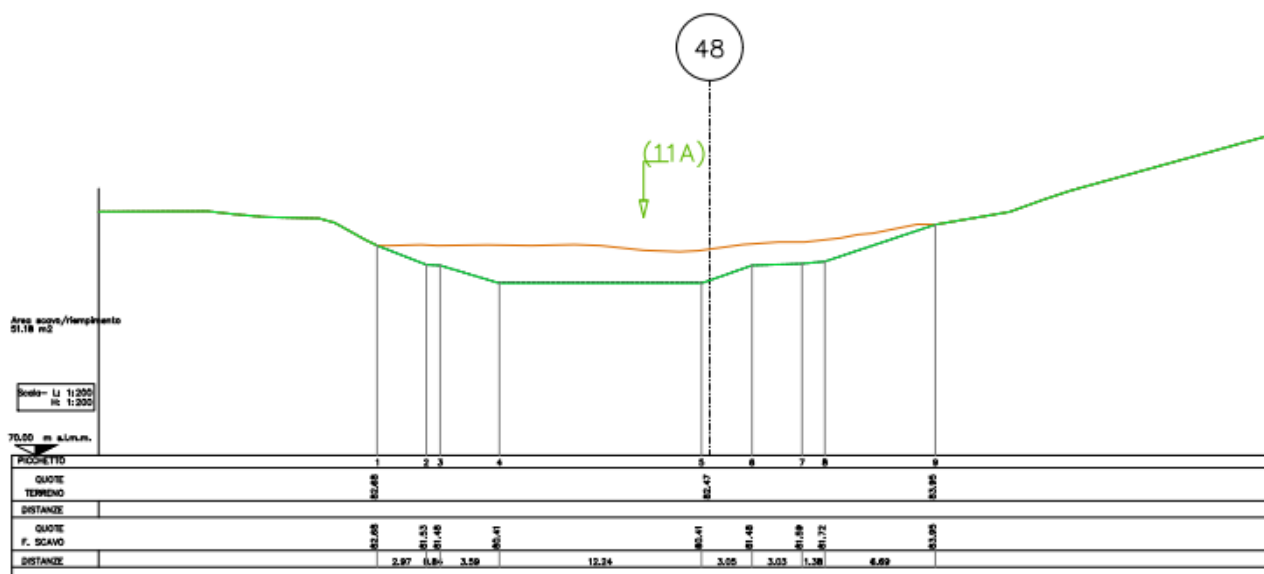


FIGURA 43 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CDP RSG-11

È costeggiato da strada sterrata sopraelevata nel suo margine meridionale e incrocia strada statale 126 al margine occidentale.

Al margine occidentale, in corrispondenza dell'abitato, sono presenti un edificio entro i 10 m dal confine di scavo ed un rudere all'interno dell'area.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti.



FIGURA 44 – CDP RSG-11

RSG-12

Il **Centro di Pericolo 12** del Rio San Giorgio (CdP RSG-12) è ubicato ad ovest dell'abitato in località Bindua. È costeggiato e confinato dalla strada statale nel suo margine settentrionale e da strada sterrata nel suo margine meridionale.



FIGURA 45 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-12

Il CdP RSG-12 è lungo circa 230m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,47m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,020.

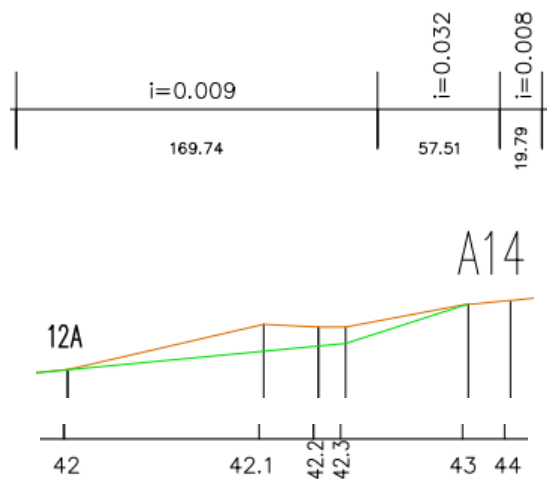


FIGURA 46 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-12

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 60° e altezza compresa fra 2,5 e 3,0m. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo rettilineo.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne e arbusti.

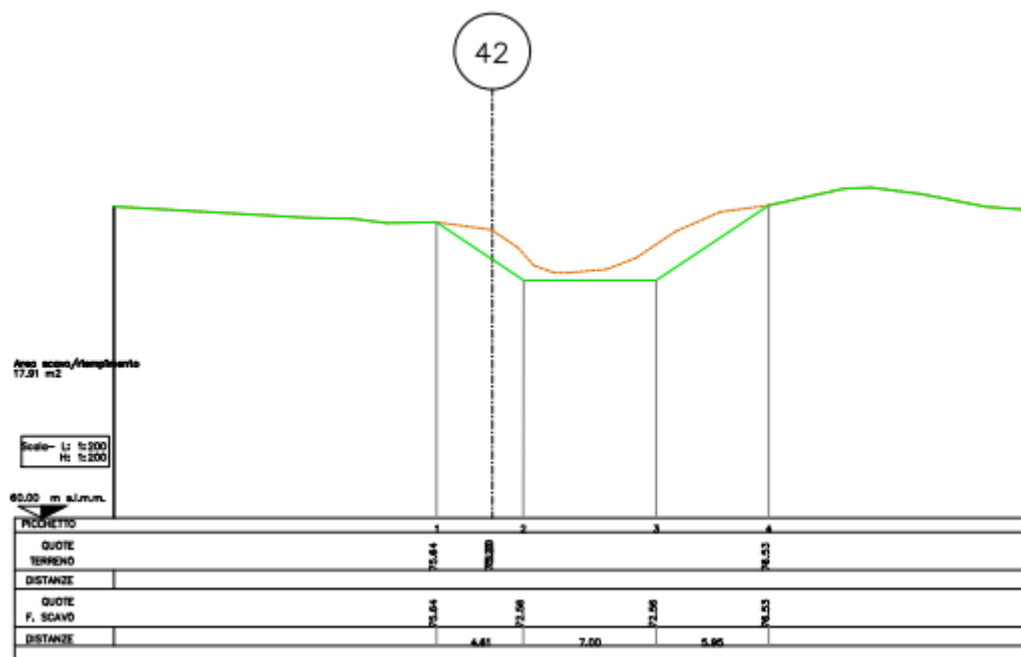


FIGURA 47 - SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-12



FIGURA 48 - CdP RSG-12

RSG-13

Il **Centro di Pericolo 13** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13) è ubicato lungo tutta la statale 126 a partire dall'abitato di Bindua fino a nord dell'abitato di Gonnese. A est di Bindua il corso d'acqua si ripresenta costretto in un alveo di sezione ridotta, in seguito al forte restringimento della vallata e agli interventi di arginatura artificiale operati a difesa della SS 126.

Il centro di pericolo 13 è costituito nella sua totalità da 14 differenti anse, per una lunghezza totale pari a circa 3,20 km, e presenta uno spessore medio dei sedimenti di 0,74 m.

Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale
Realizzazione del sito di raccolta nella valle del Rio San Giorgio in località “Casa Massidda

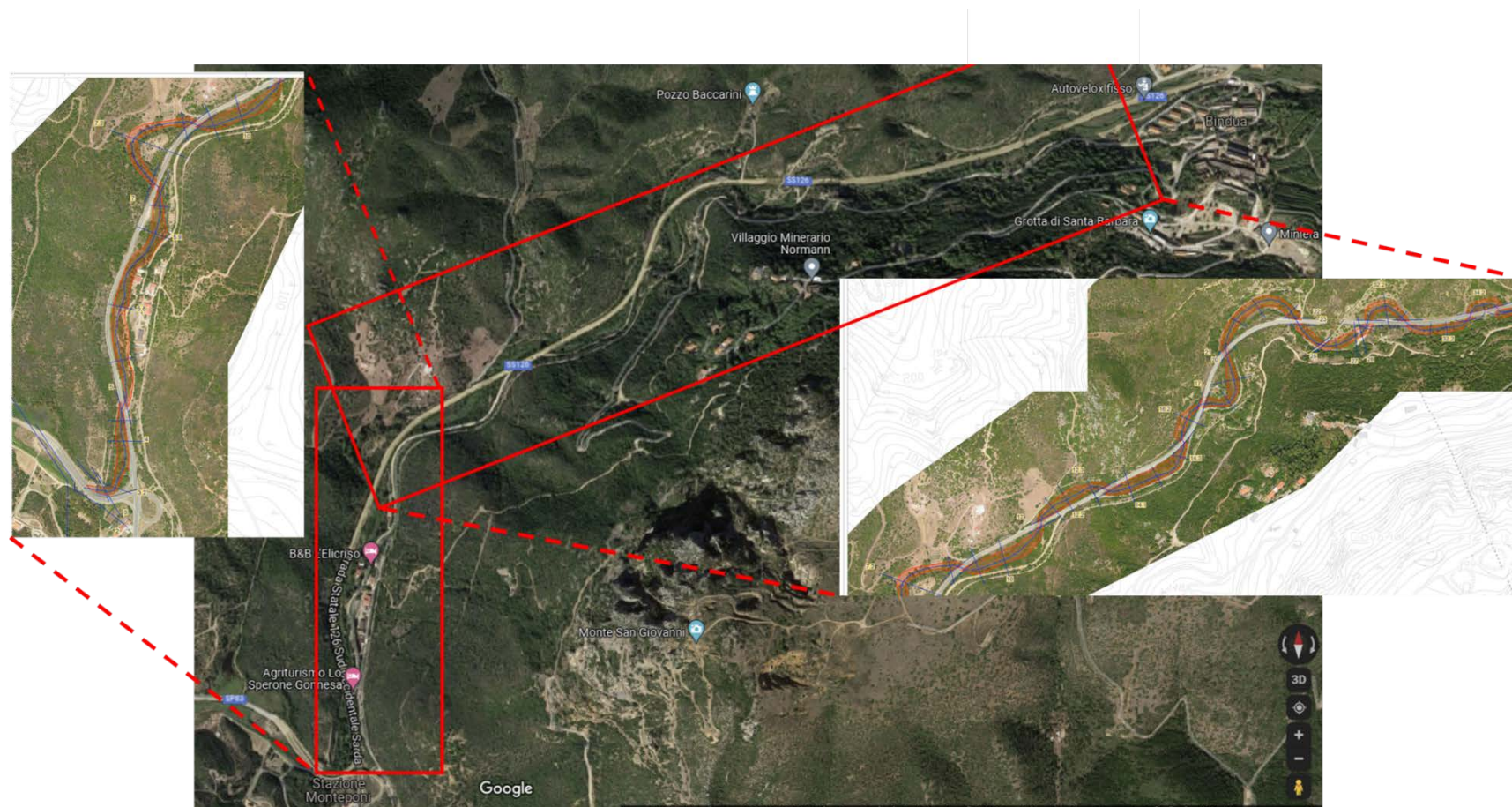


FIGURA 49 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 1** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.I) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, lungo la strada statale 126.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine meridionale e da strada sterrata nel suo margine settentrionale.



FIGURA 50 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 1

Il CdP RSG-13 ansa 1 è lungo circa 140 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,019.

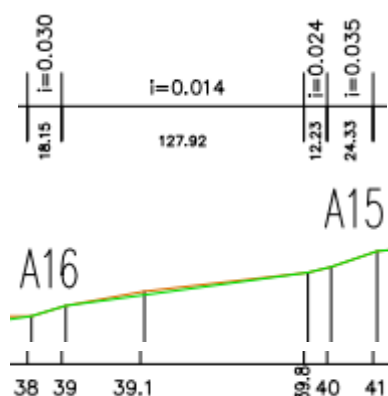


FIGURA 51 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 1

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 45° e altezza compresa fra 2,5 e 3,0 m. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.

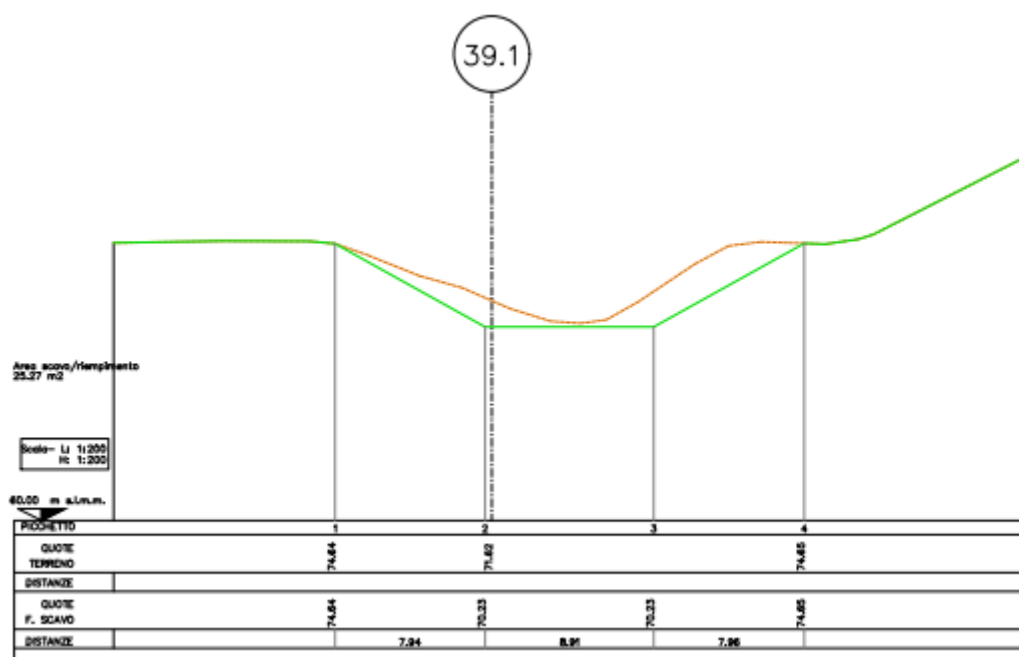


FIGURA 52 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 1

È possibile accedervi tramite strada sterrata che incrocia la statale.
La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 53 – CdP RSG-13, ANSA 1

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 2** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.II) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, lungo la strada statale 126.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine settentrionale e da strada sterrata nel suo margine meridionale che parte da località Bindua.



FIGURA 54 – ORTOFOTO DEL CDP RSG-13, ANSA 2 E 3 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il Cdp RSG-13 ansa 2 è lungo circa 196 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,014.

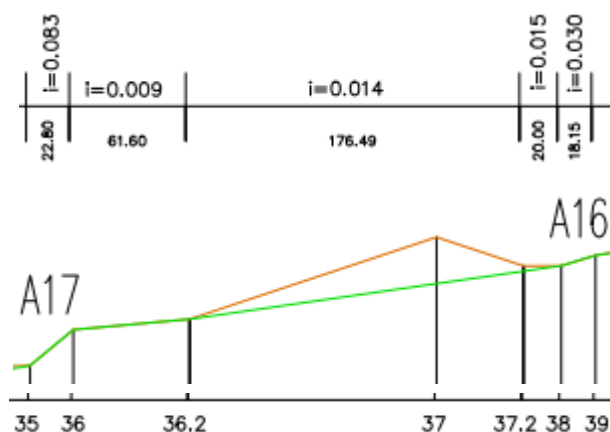


FIGURA 55 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CDP RSG-13, ANSA 2

Il corso d’acqua risulta in questa porzione canalizzato.

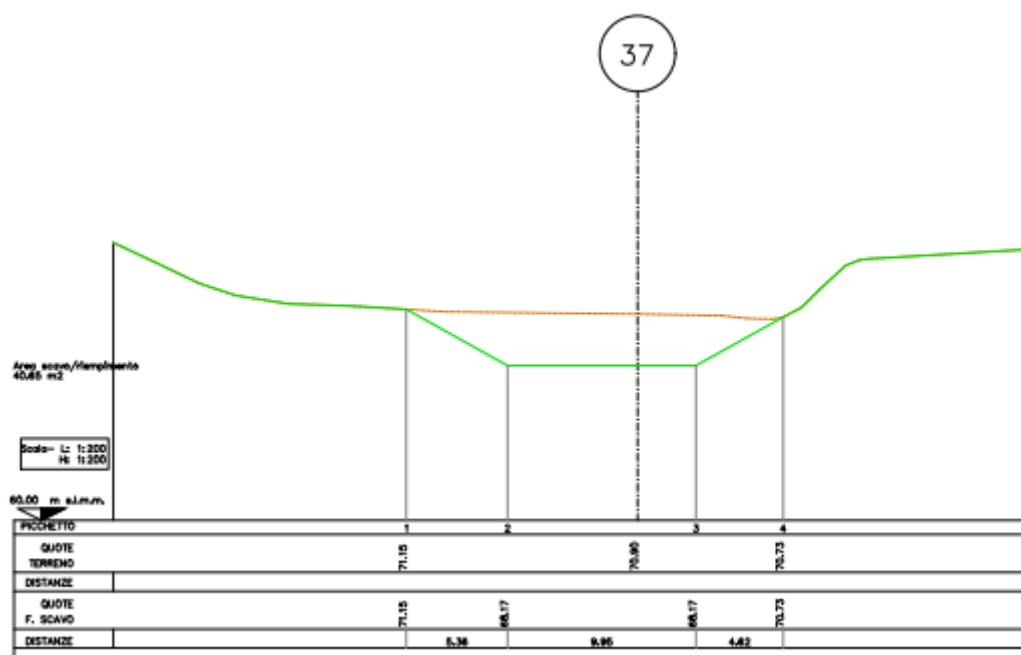


FIGURA 56 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 2

È possibile accedere al CdP solamente dalla strade sterrata sul lato meridionale.

Le sponde del Rio sono in cemento. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo rettilineo.



FIGURA 57 – CdP RSG-13, ANSA 2

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 3** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.III) è ubicato a sud-ovest della località Bindua.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine meridionale.



FIGURA 58 – ORTOFOTO DEL CDP RSG-13, ANSA 2 E 3 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il Cdp RSG-13 ansa 3 è lungo circa 95 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,013.



FIGURA 59 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CDP RSG-13, ANSA 3

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 45° e altezza compresa fra 2,5 e 3,0 m. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.

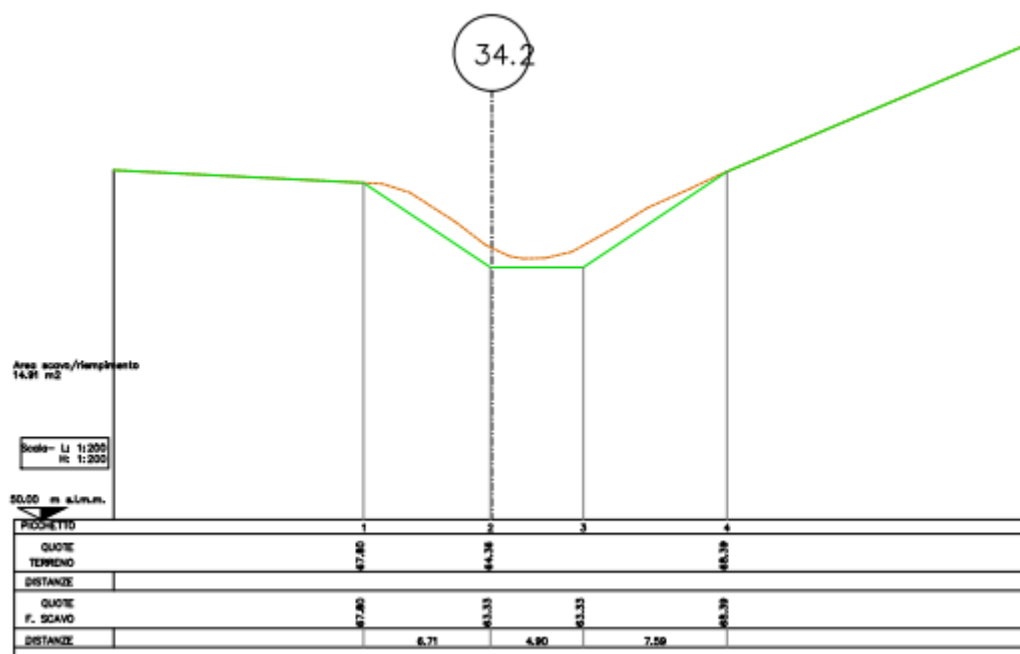


FIGURA 60 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 3

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti.

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 4** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.IV) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, a nord del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine settentrionale.

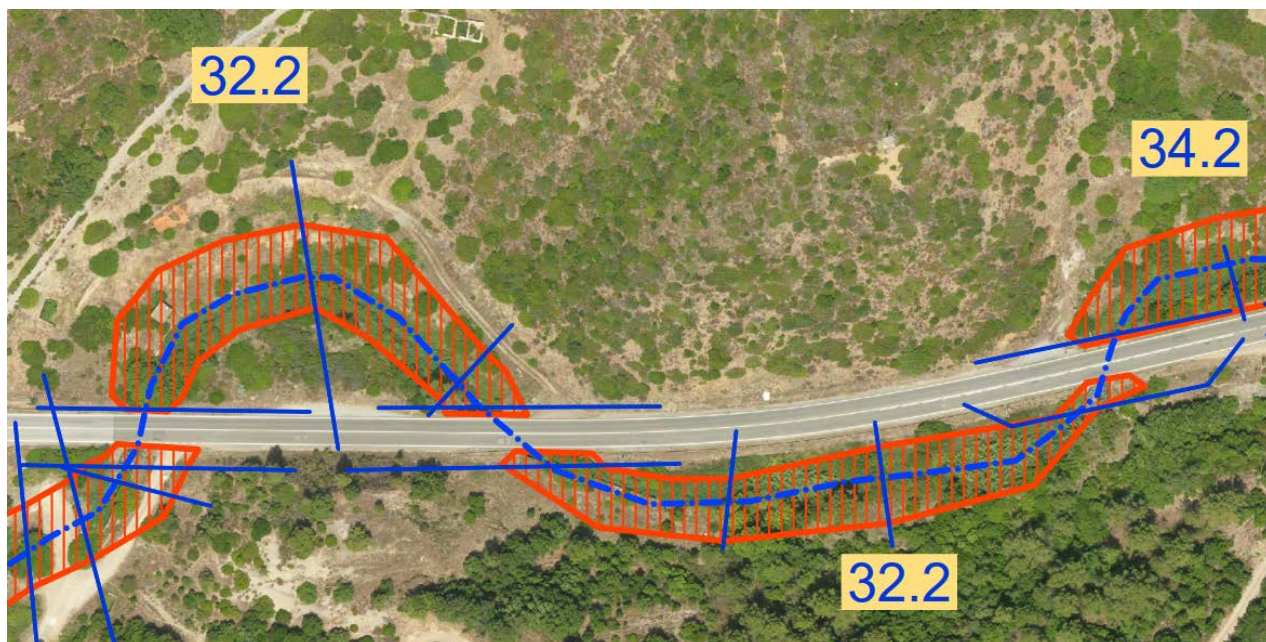


FIGURA 61 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 4 E 5 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 4 è lungo circa 154 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,022.

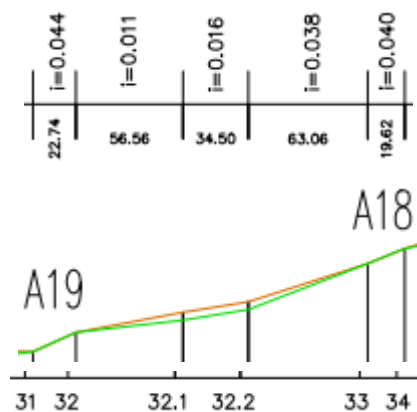


FIGURA 62 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 4

Il corso d’acqua risulta in questa porzione canalizzato.

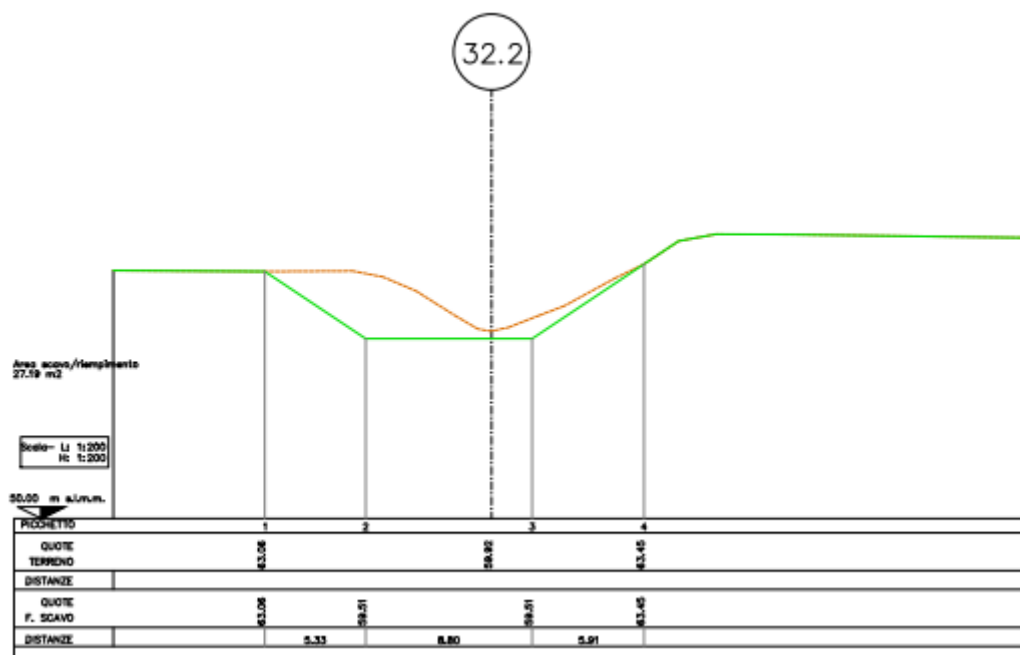


FIGURA 63 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 4

Le sponde del Rio sono in cemento. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo rettilineo



FIGURA 64 – CdP RSG-13, ANSA 4

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 5** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.V) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, a nord del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine meridionale e da strada sterrata nel suo margine settentrionale.

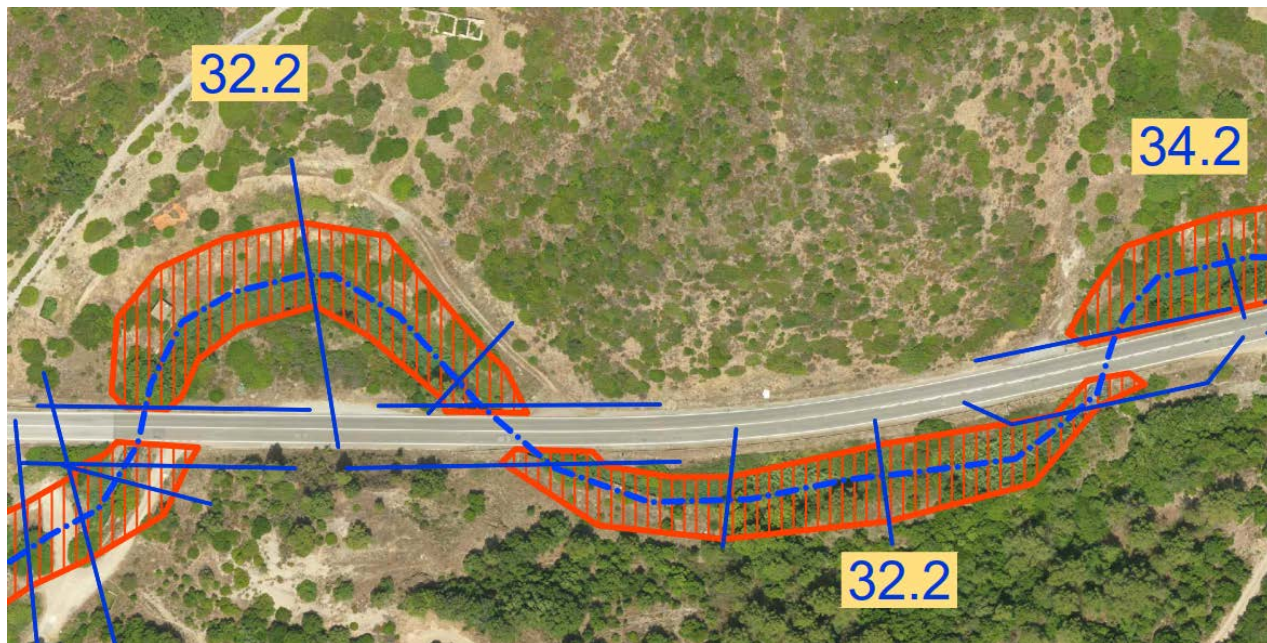


FIGURA 65 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 4 E 5 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 5 è lungo circa 108 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,013.

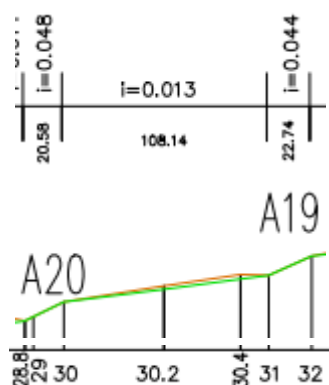


FIGURA 66 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 5

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 45° e altezza compresa fra 2,5 e 3,0 m. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.

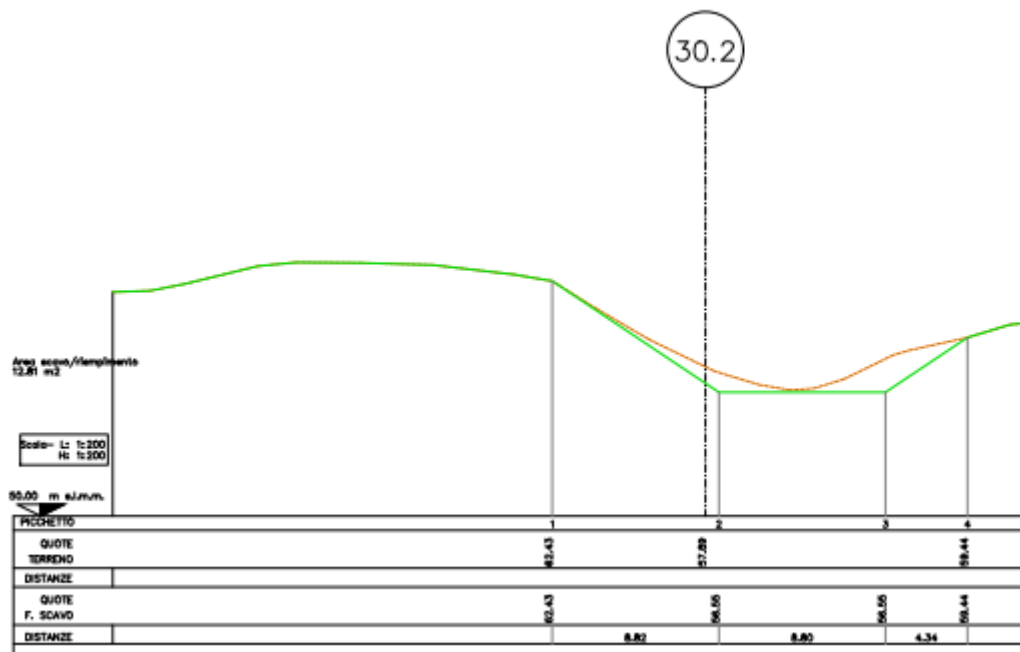


FIGURA 67 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 5

È possibile accedervi tramite strada sterrata che incrocia la statale.

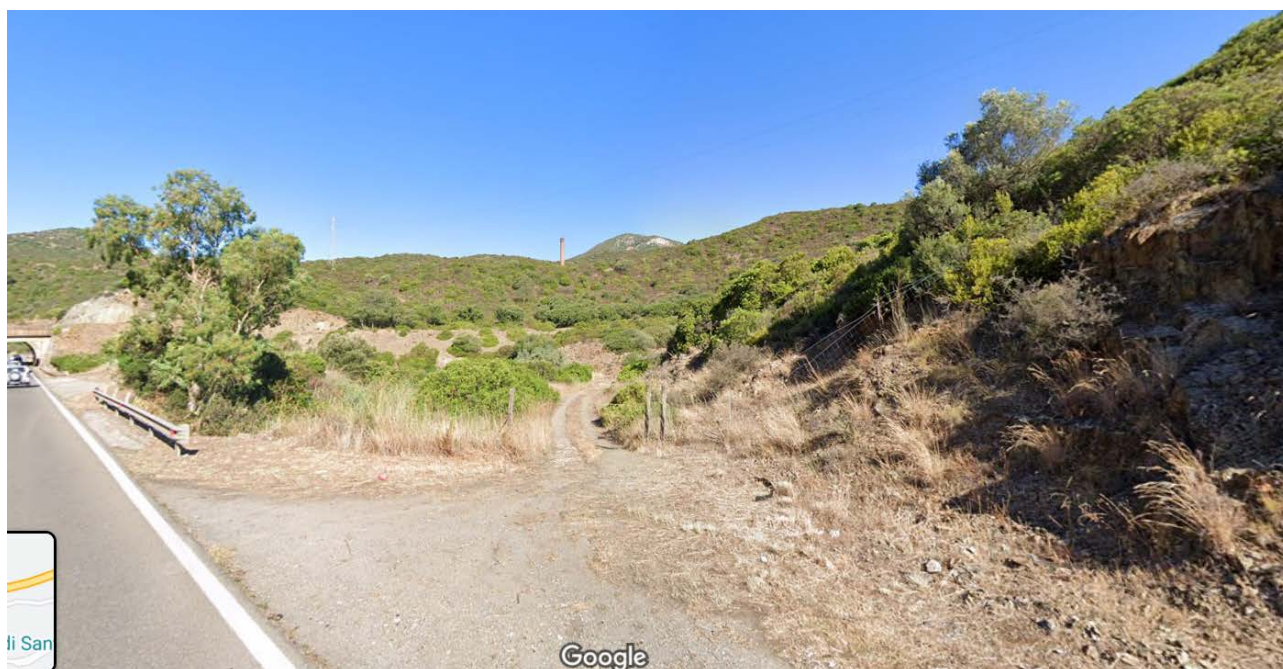


FIGURA 68 – INGRESSO CdP RSG-13, ANSA 5, DA NORD

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 69 – CdP RSG-13, ANSA 5

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 6** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.VI) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, a nord del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine settentrionale.

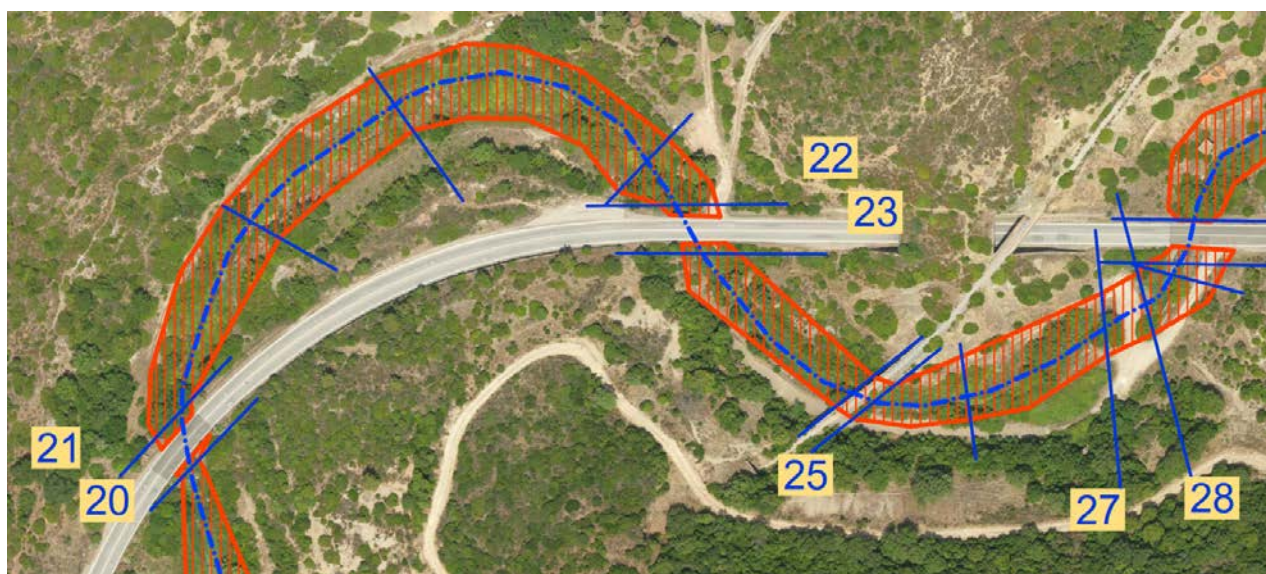


FIGURA 70 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 6 E 7 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 6 è lungo circa 158 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,015.

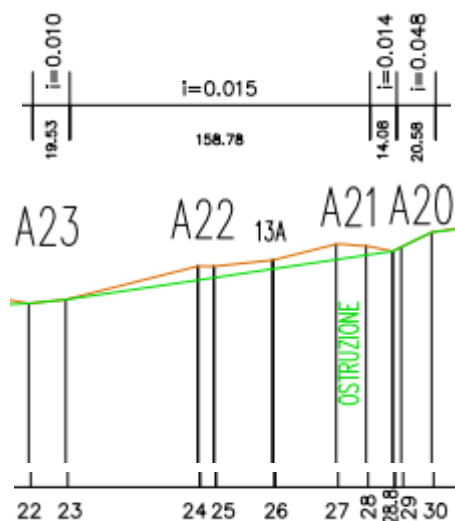


FIGURA 71 – PROFILO LONGITUDINALE DEL Cdp RSG-13, ANSA 6

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 30° e altezza compresa fra 0,5 e 1,0 m.

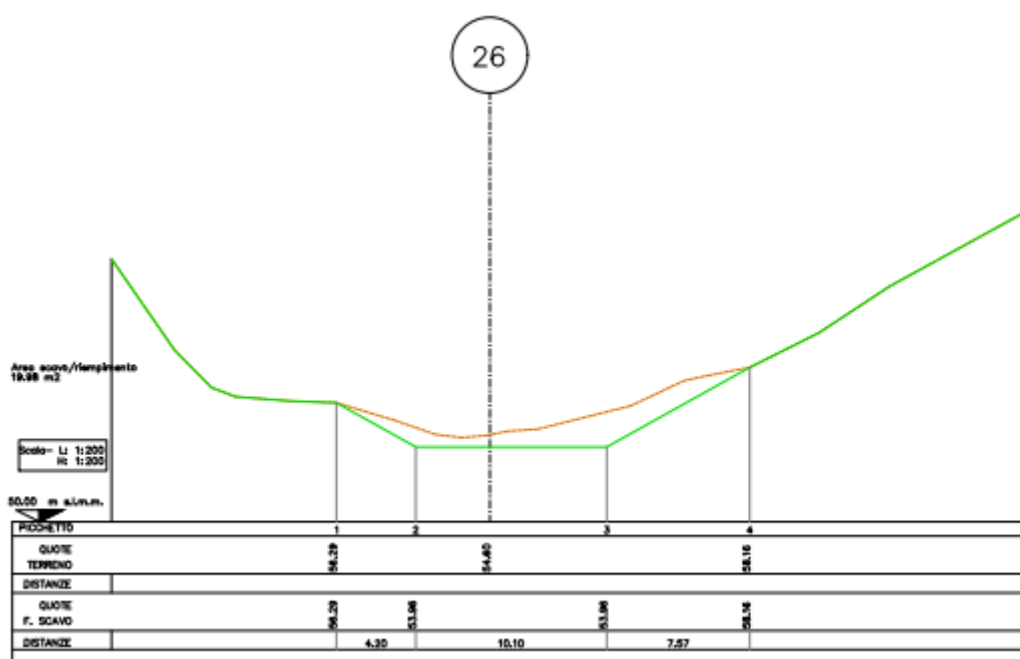


FIGURA 72 – SEZIONE TRASVERSALE DEL Cdp RSG-13, ANSA 6

È possibile accedervi tramite strada sterrata che incrocia la statale.



FIGURA 73 –INGRESSO CdP RSG-13, ANSA 6, DA NORD

In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso. La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti.



FIGURA 74 – CdP RSG-13, ANSA 6

Sono inoltre presenti interferenze costituite da due cavalcavia



FIGURA 75 – CdP RSG-13, ANSA 6



FIGURA 76 – CdP RSG-13, ANSA 6

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 7** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.VII) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, a nord del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine meridionale e da strada sterrata nel suo margine settentrionale.

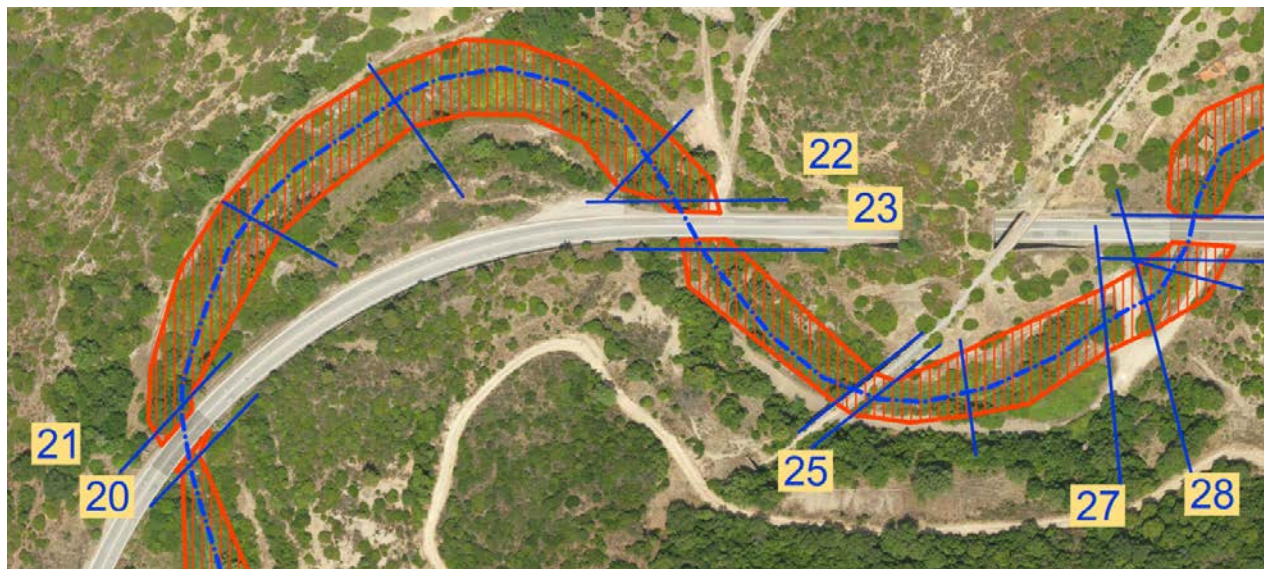


FIGURA 77 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 6 E 7 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 7 è lungo circa 254 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,008.

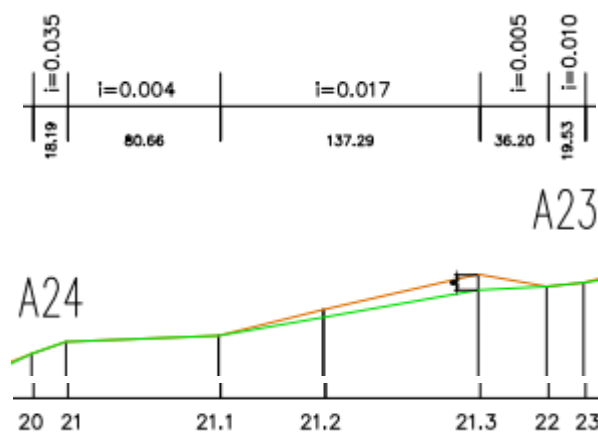


FIGURA 78 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 7

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 30° e altezza compresa fra 0,5 e 1,0 m.

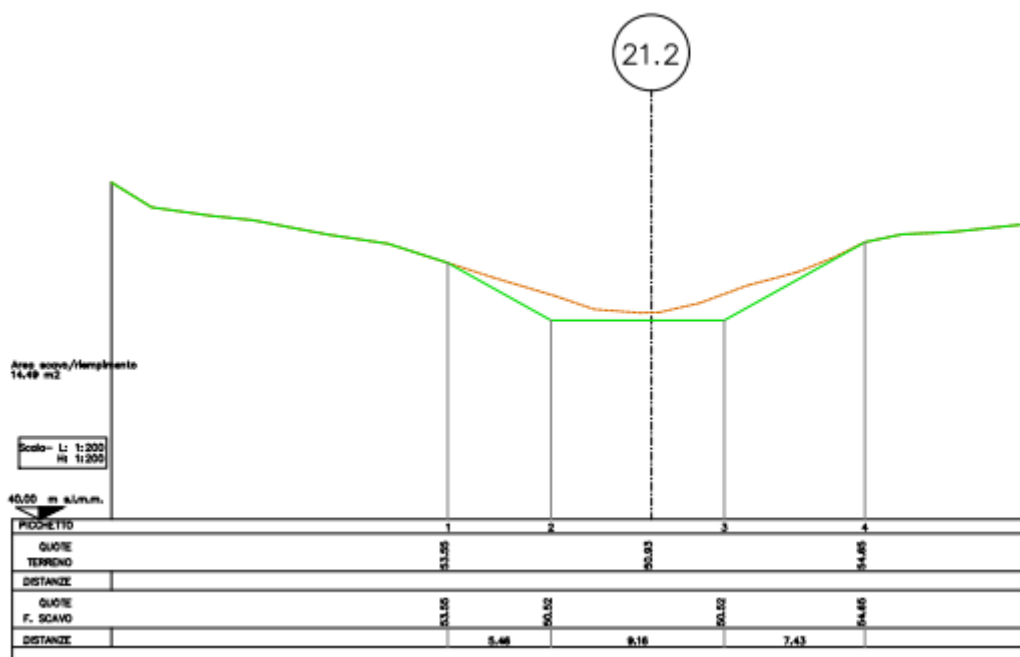


FIGURA 79 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CDP RSG-13, ANSA 7

È possibile accedervi tramite strada sterrata che incrocia la statale.



FIGURA 80 –INGRESSO CDP RSG-13, ANSA 7, DA NORD

In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso. La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti.

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 8** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.VIII) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, a ovest del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine occidentale.

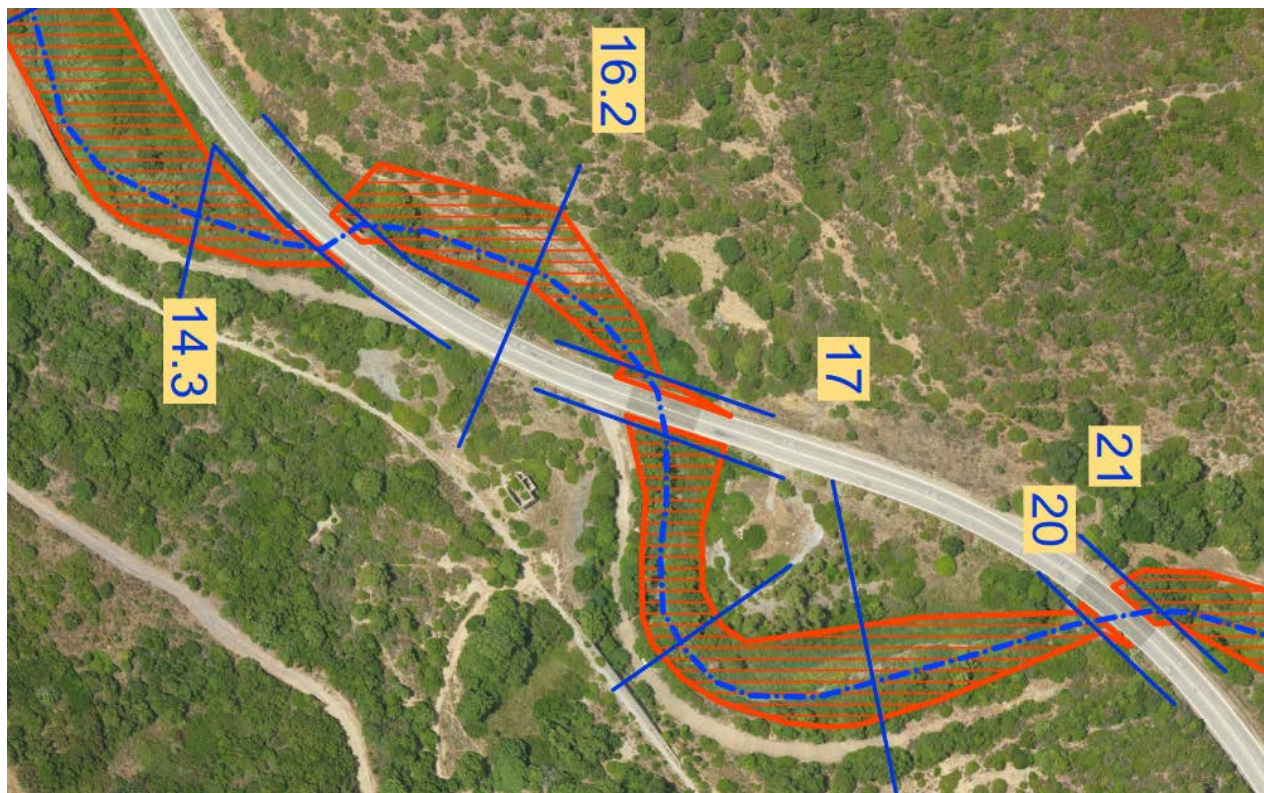


FIGURA 81 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 8 E 9 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 8 è lungo circa 162 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,026.



FIGURA 82 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 8

Il corso d'acqua risulta in questa porzione canalizzato. Le sponde del Rio sono in cemento. In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo rettilineo.

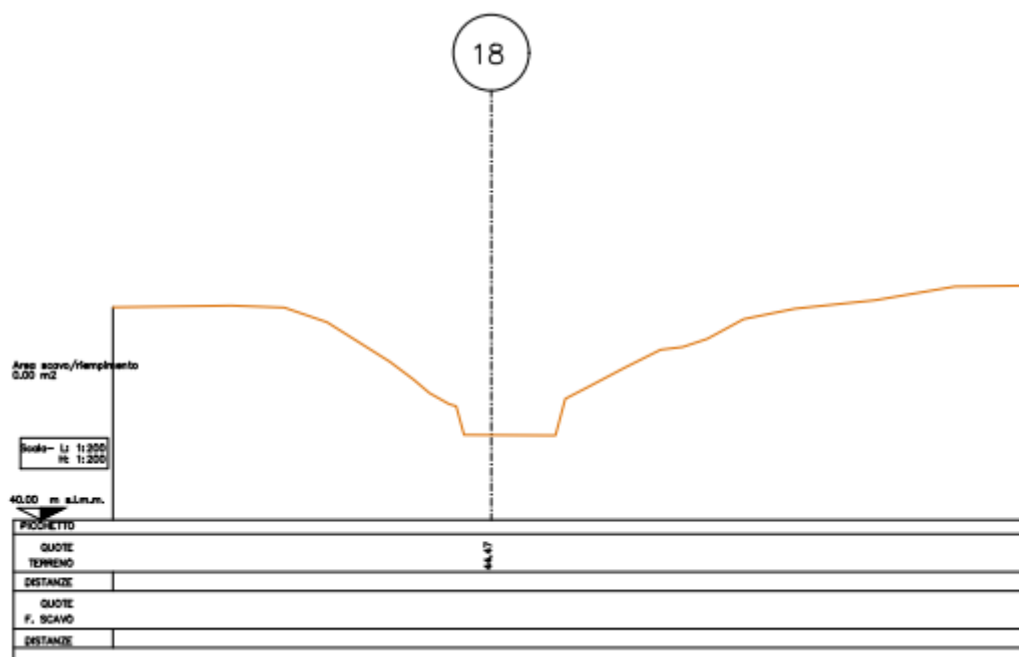


FIGURA 83 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 8

È possibile accedervi tramite strada sterrata che incrocia la statale.

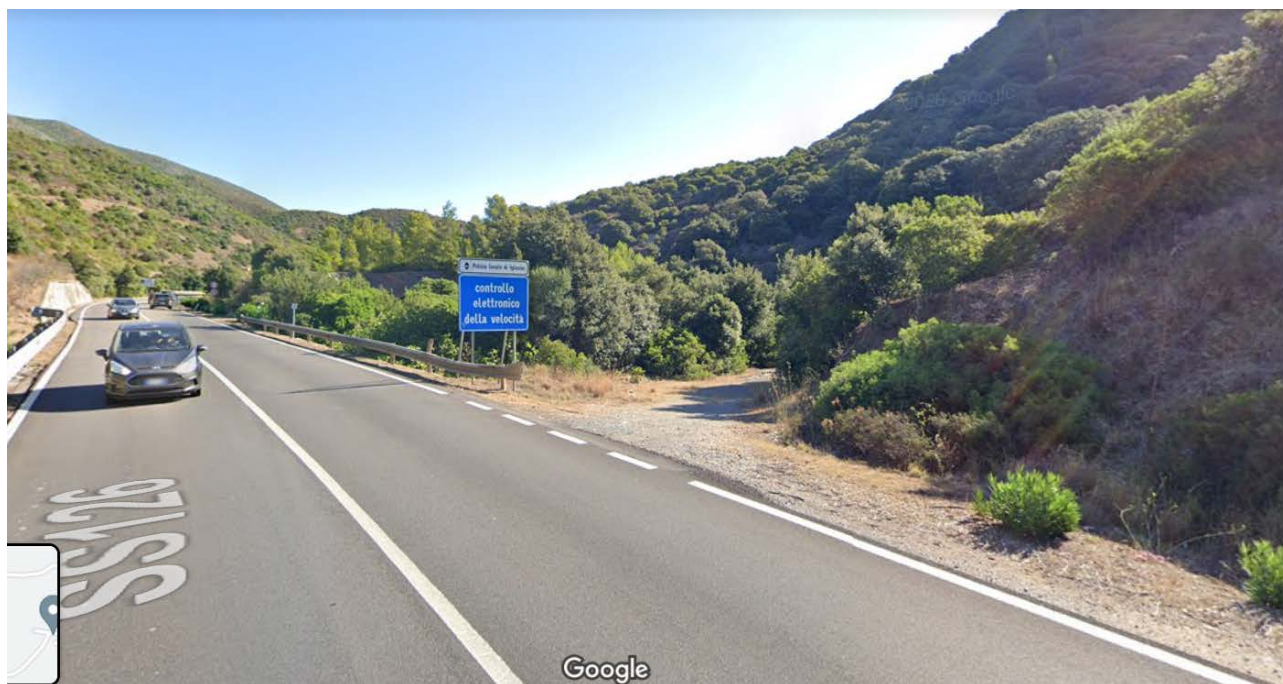


FIGURA 84 –INGRESSO CdP RSG-13, ANSA 8, DA SUD

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 9** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.IX) è ubicato a sud-ovest della località Bindua, a ovest del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine orientale.

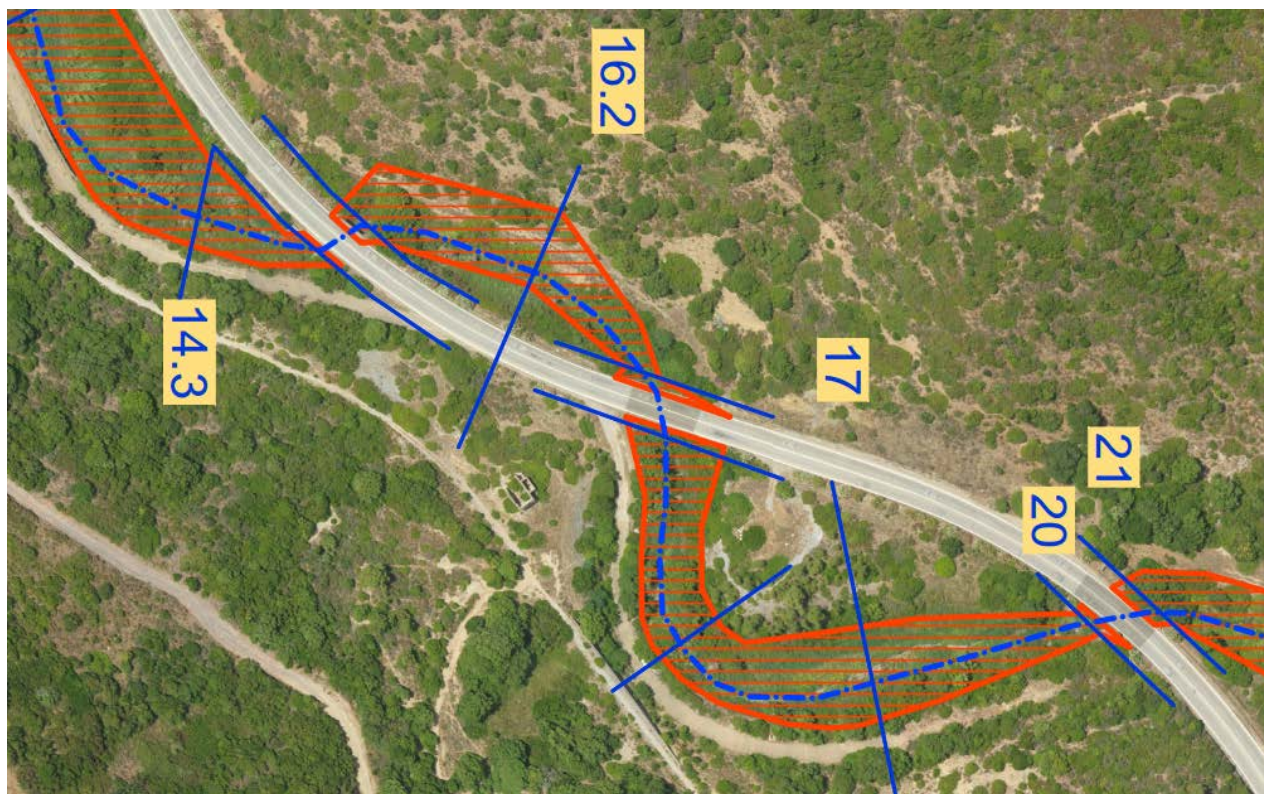


FIGURA 85 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 8 E 9 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 9 è lungo circa 85 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,046.



FIGURA 86 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 9

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 40° e altezza compresa fra 1,0 e 2,0 m.

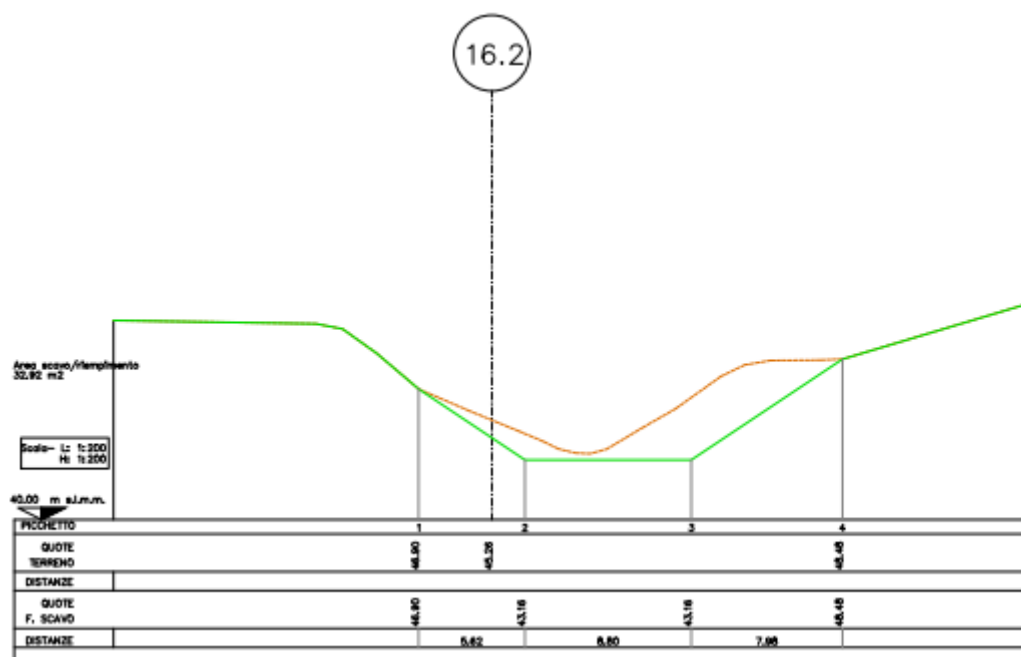


FIGURA 87 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 9

In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso. L’accesso non è allo stato di fatto possibilee con mezzi di cantiere.

La superficie è parzialmente vegetata con arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 88 – CdP RSG-13, ANSA 9

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 10** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.X) è ubicato a sud-ovest della località Bindua e del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine settentrionale e da strada sterrata nel suo margine meridionale.

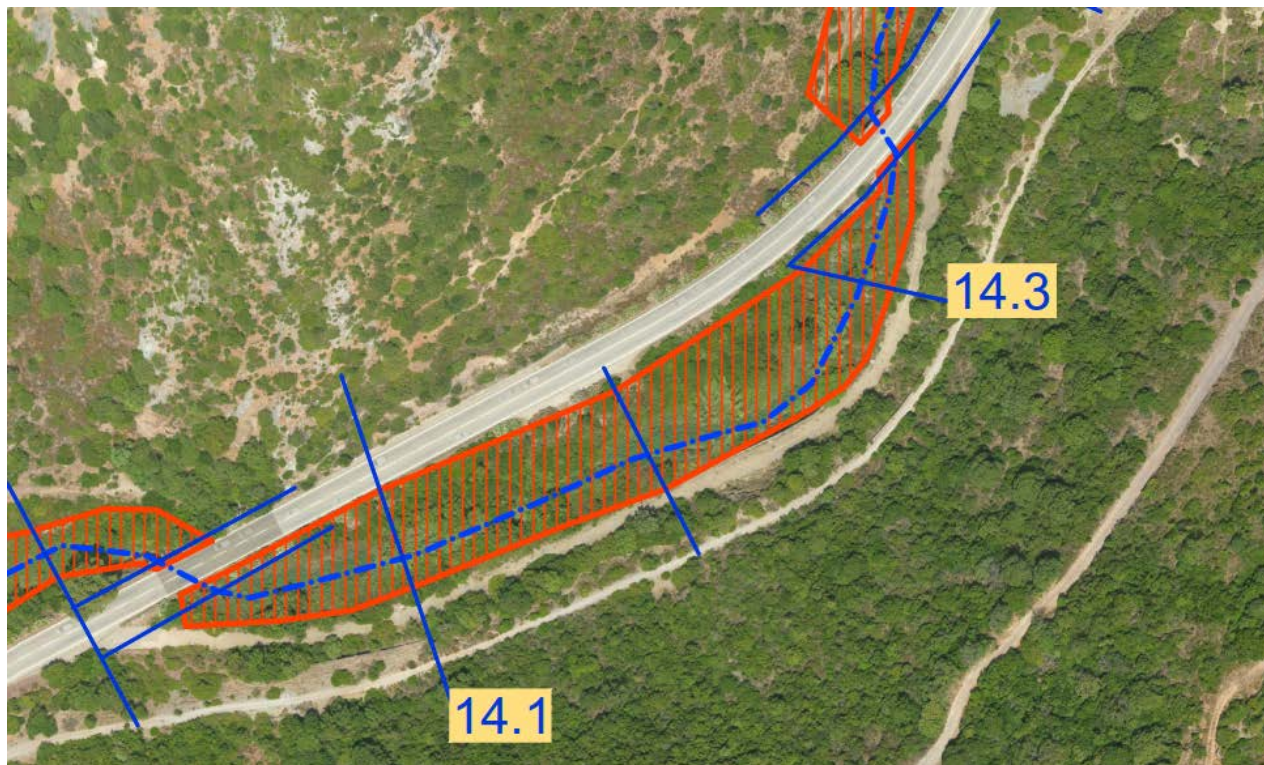


FIGURA 89 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 10 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 10 è lungo circa 243 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,021.

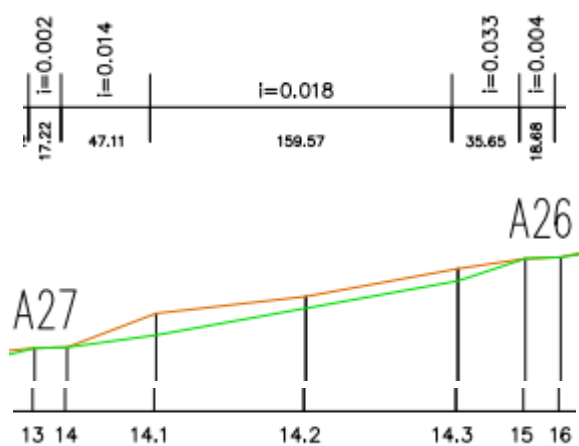


FIGURA 90 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 10

Le sponde del Rio sono in terra gradonata, con inclinazione di circa 30° e altezza compresa fra 2,5 e 3,0 m.

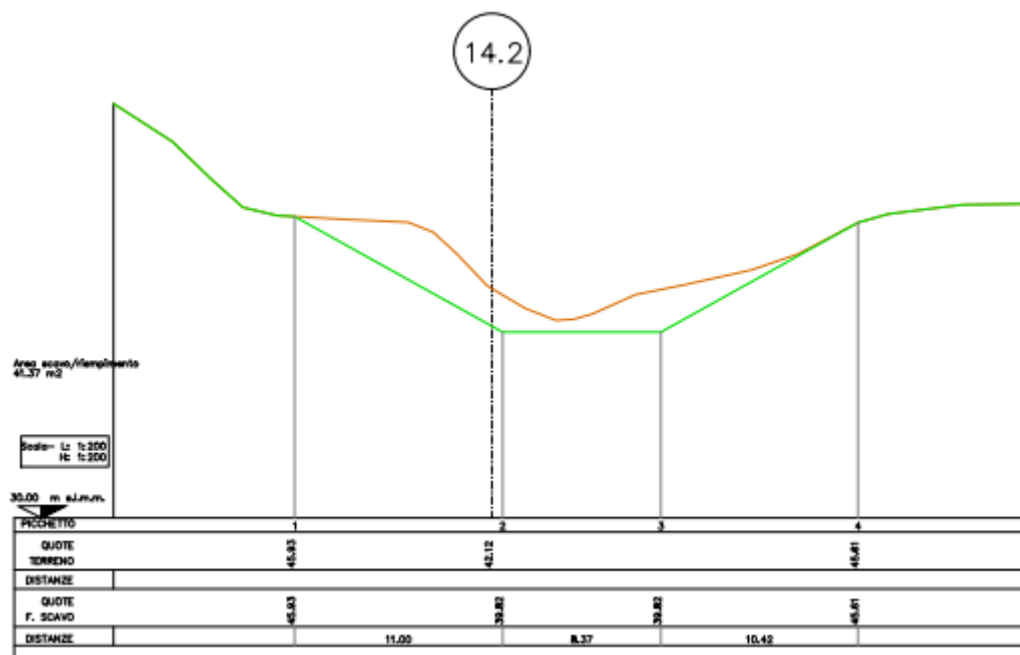


FIGURA 91 –SEZIONE TRASVERSALE DEL Cdp RSG-13, ANSA 10

In questo Cdp il Rio ha un alveo a canale singolo con andamento meandriforme.
La strada d’accesso all’area risulta ostruita da barriera stradale che andrà dunque rimossa.



FIGURA 92 –INGRESSO Cdp RSG-13, ANSA 10, DA SUD

La superficie è parzialmente vegetata con arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 93 – CdP RSG-13, ANSA 6



FIGURA 94 – CdP RSG-13, ANSA 6 - INTERFERENZA

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 11** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.X I) è ubicato a sud-ovest del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine meridionale e da strada sterrata nel suo margine occidentale.

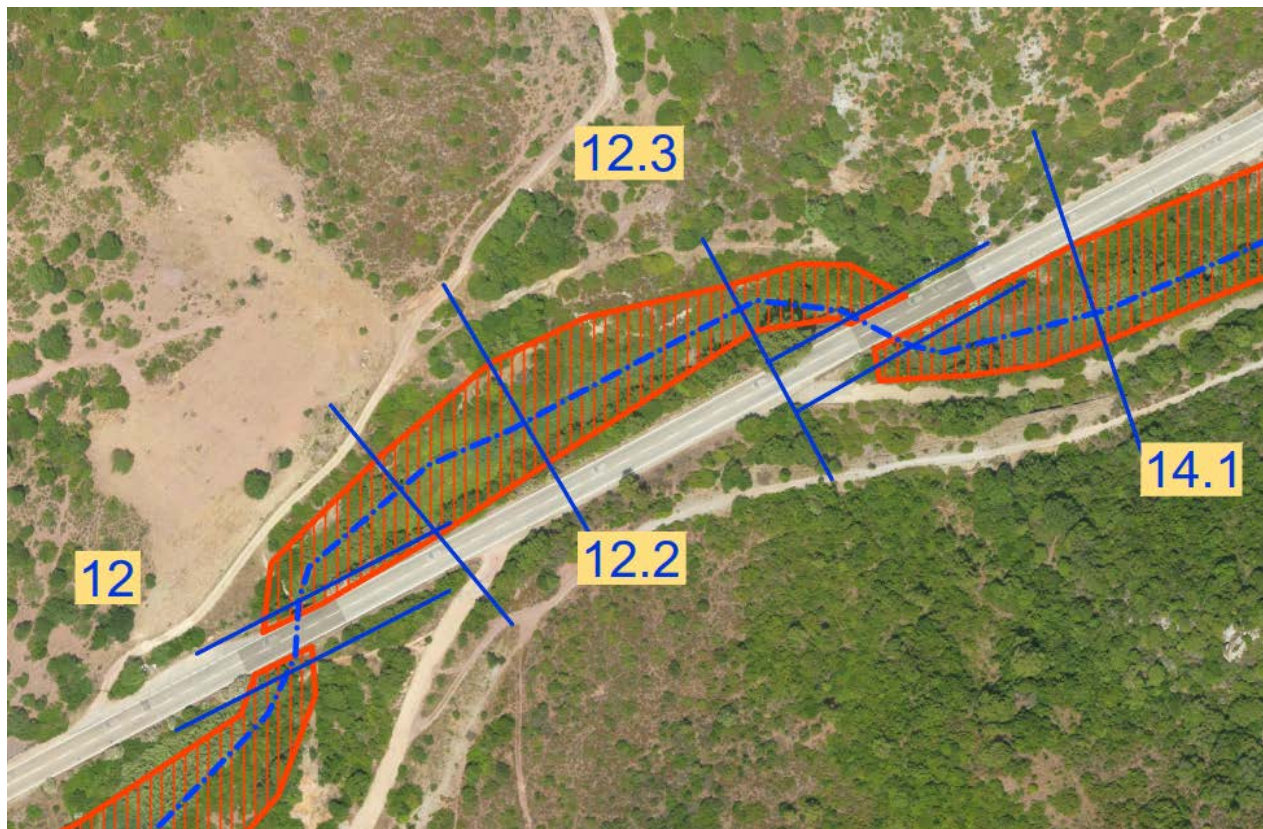


FIGURA 95 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 11 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 11 è lungo circa 177 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,014.

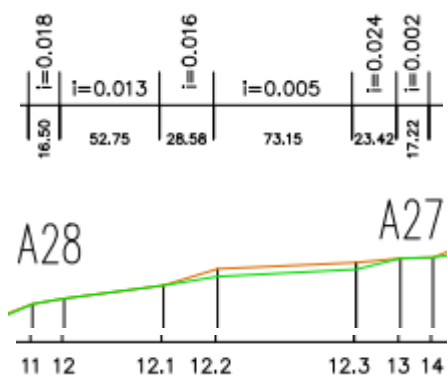


FIGURA 96 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 11

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

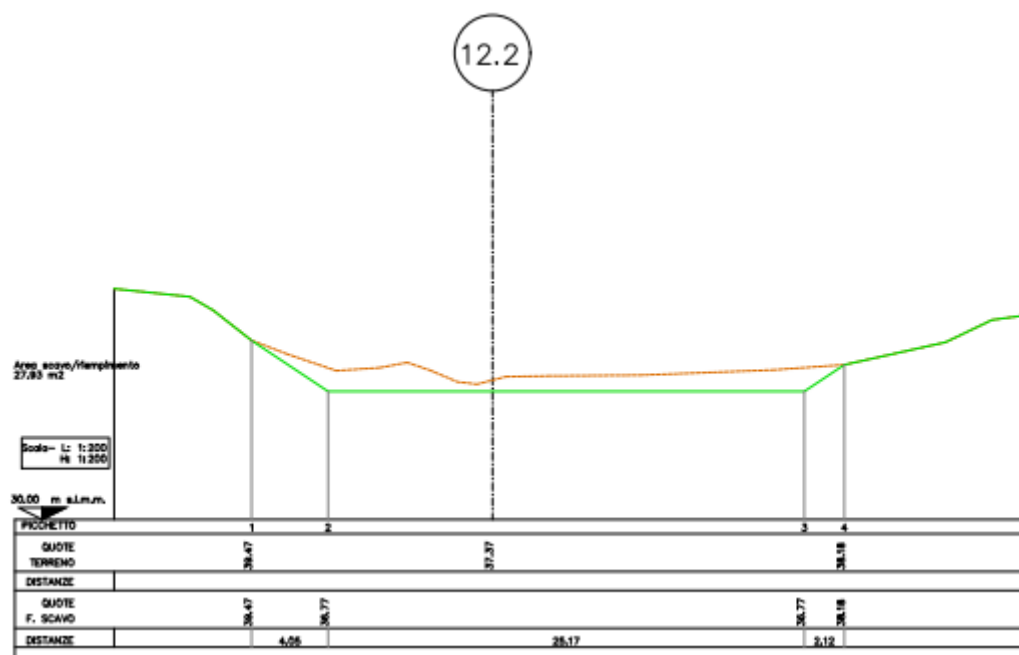


FIGURA 97 –SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 11

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.

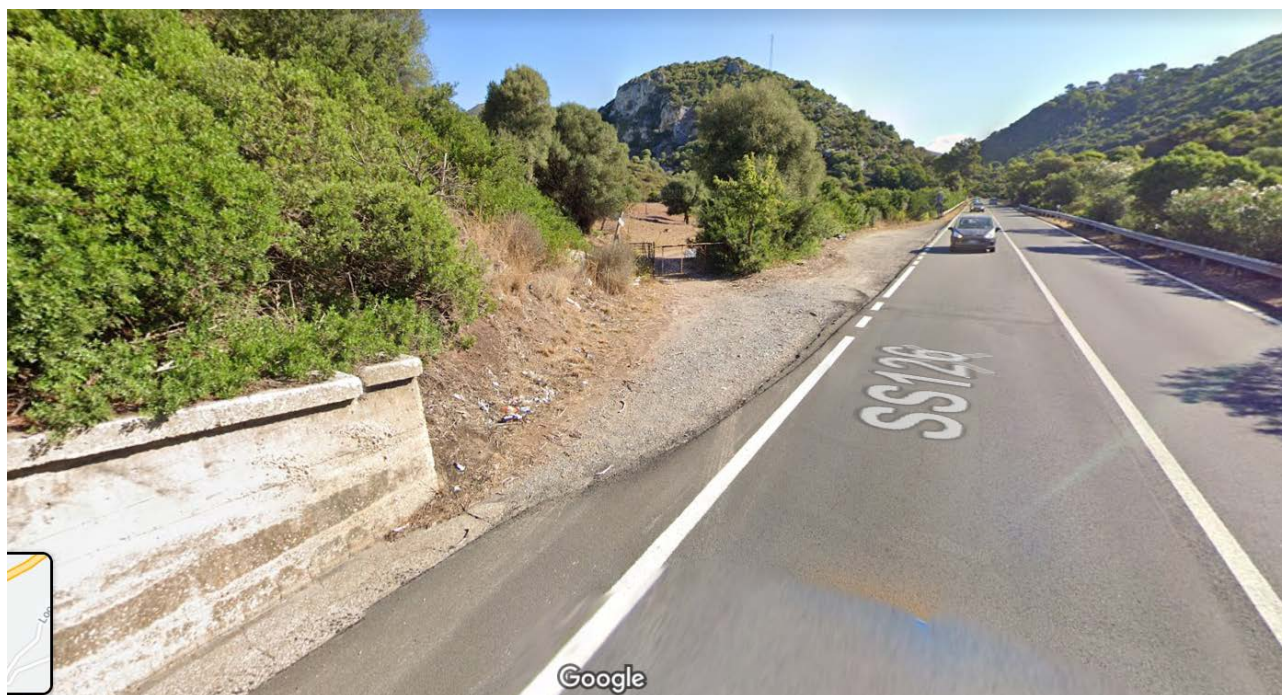


FIGURA 98 – INGRESSO CdP RSG-13, ANSA 11, DA SUD



FIGURA 99 – CdP RSG-13, ANSA 11

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 12** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13 XII) è ubicato a sud-ovest del villaggio minerario Normann.

È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine settentrionale e da strada sterrata nel suo margine meridionale.

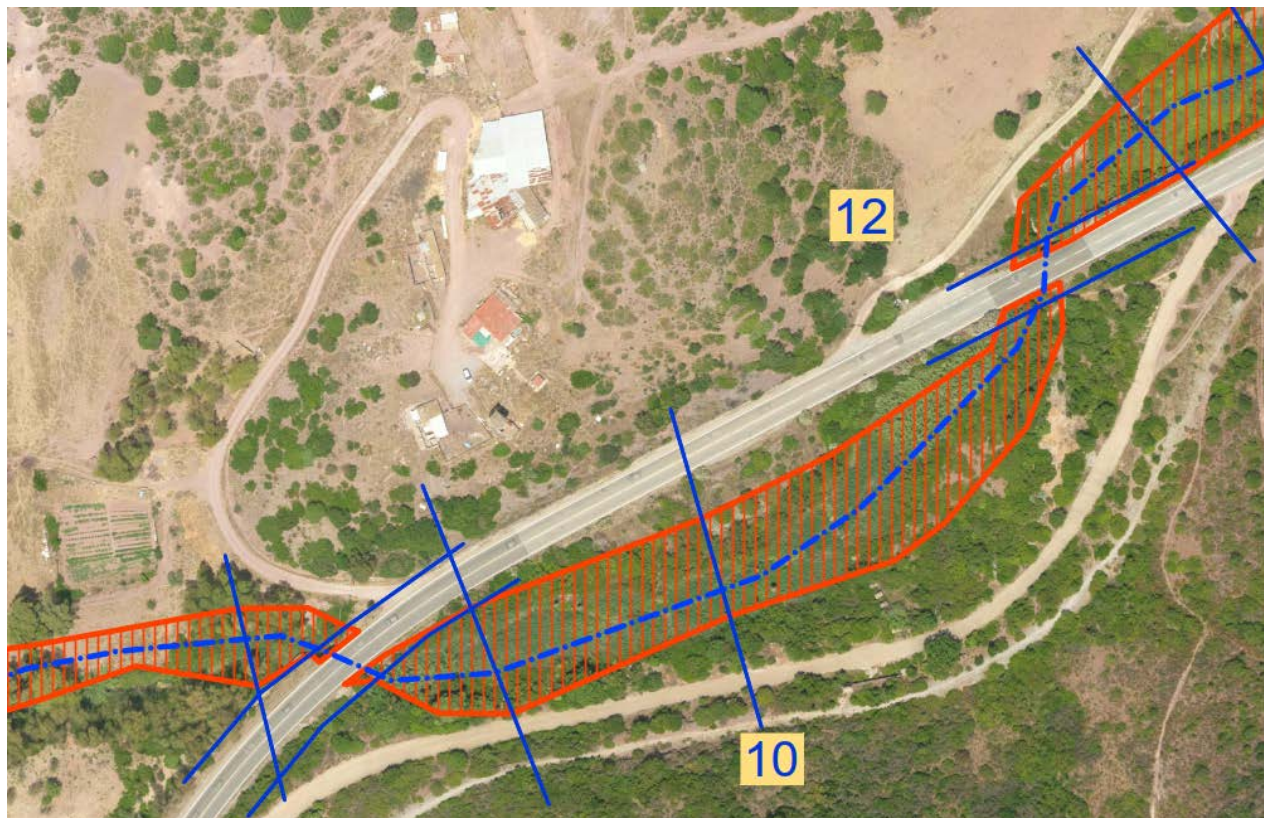


FIGURA 100 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 12 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.02)

Il CdP RSG-13 ansa 12 è lungo circa 172 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,027.

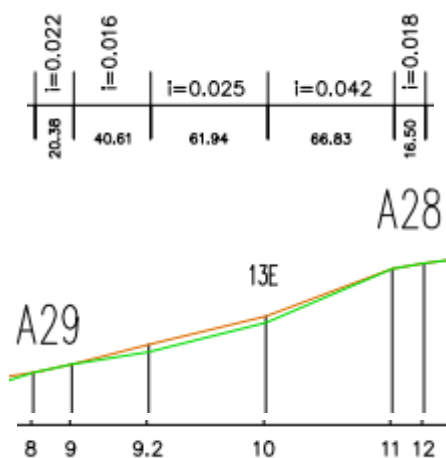


FIGURA 101 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 12

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 60° e altezza compresa fra 1,0 e 2,0 m.

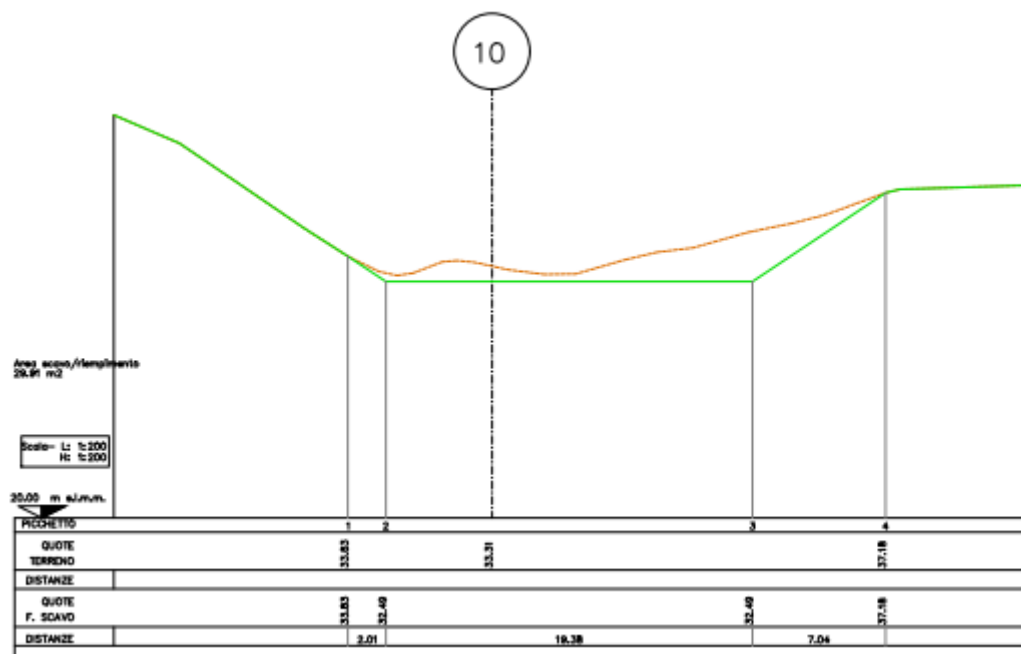


FIGURA 102 –SEZIONE TRASVERSALE DEL Cdp RSG-13, ANSA 12

In questo Cdp il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.



FIGURA 103 – INGRESSO Cdp RSG-13, ANSA 12, DA NORD

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 104 –CdP RSG-13, ANSA 12

Il **Centro di Pericolo 13 ansa 13** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.XIII) è ubicato nord di Gonnese
È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine orientale.

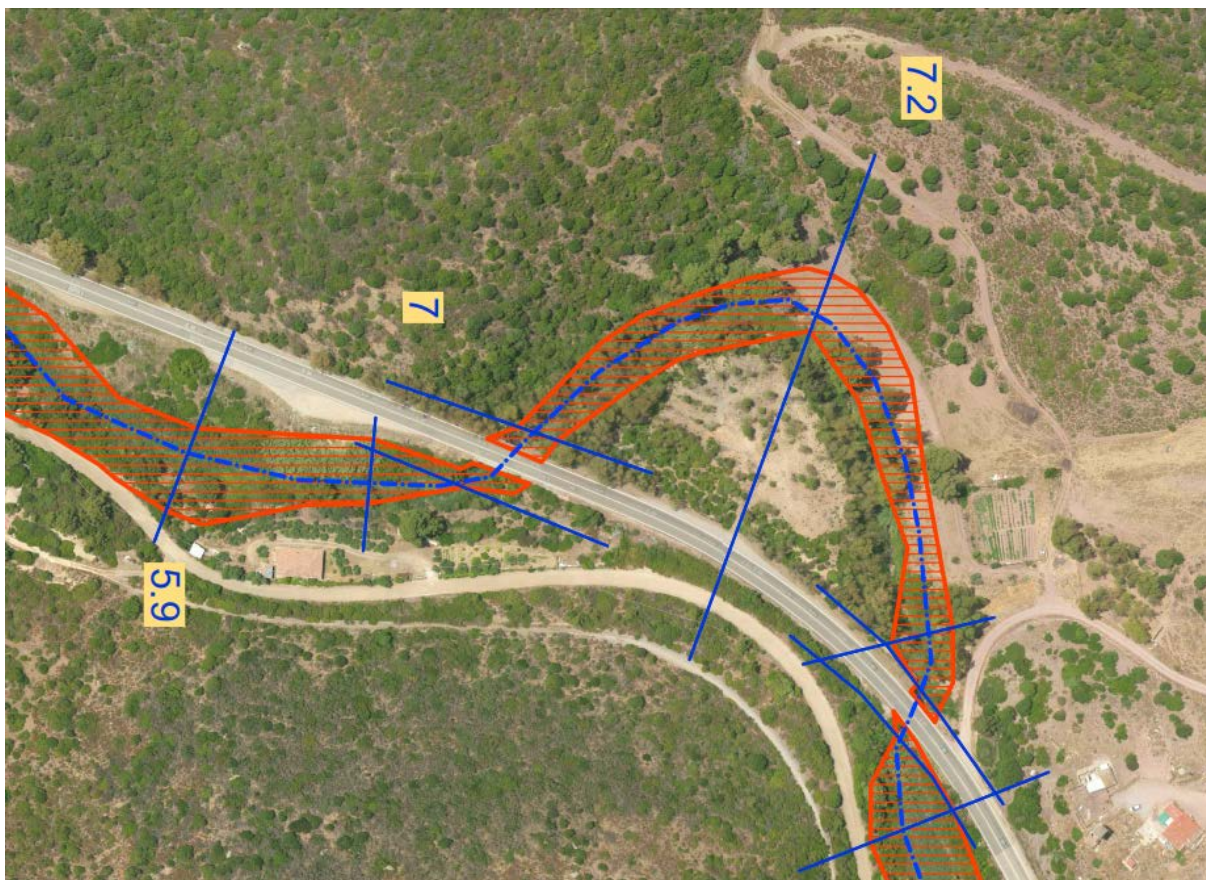


FIGURA 105 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 13 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.01)

Il CdP RSG-13 ansa 13 è lungo circa 245 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,019.

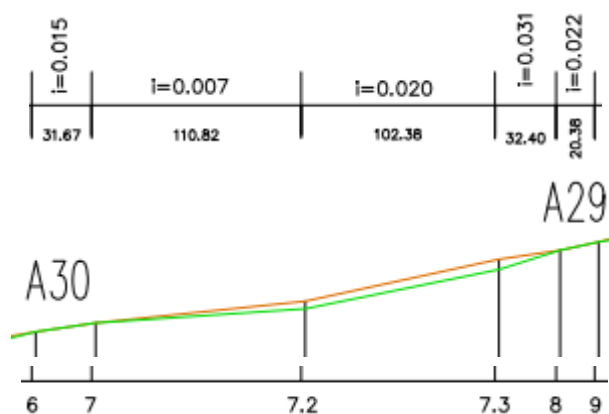


FIGURA 106 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 13

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 60 e altezza compresa fra 1,0 e 2,0 m.

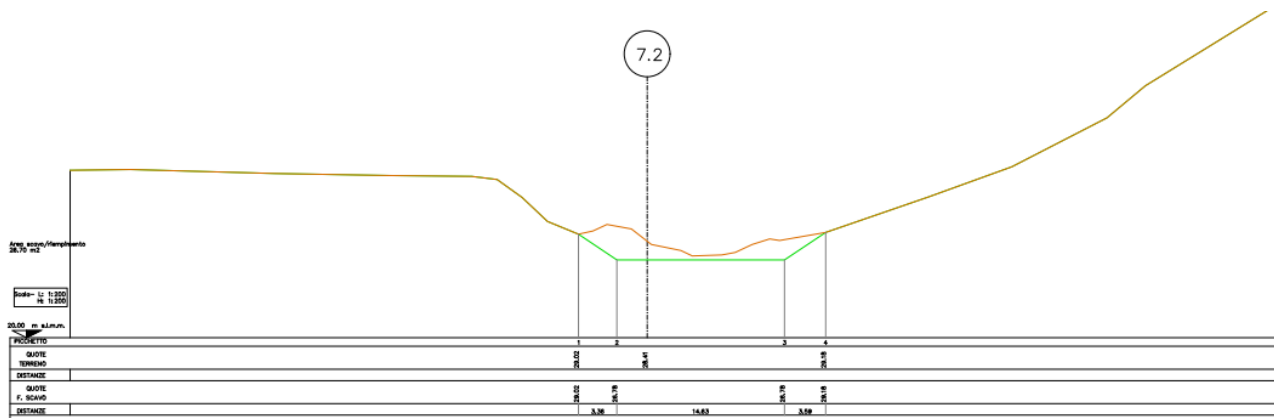


FIGURA 107 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CDP RSG-13, ANSA 13

L'ingresso è possibile tramite strada sterrata, attualmente recintata



FIGURA 108 – INGRESSO CDP RSG-13, ANSA 13, DA NORD

In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 109 – CdP RSG-13, ANSA 13

Il **Centro di Pericolo 13** **ansa 14** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.XIV) è ubicato a nord di Gonnessa. È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine occidentale e da una strada asfaltata carrabile nel suo margine orientale.



FIGURA 110 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 14 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.01)

La valle in corrispondenza del CdP RSG-13 **ansa 14** è di carattere collinare confinata.
Il CdP RSG-13 **ansa 14** è lungo circa 469 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,014.

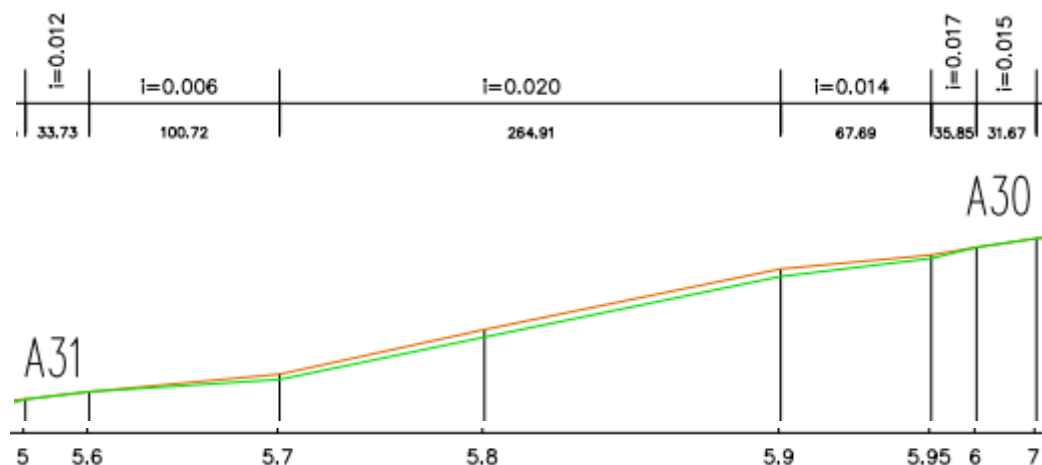


FIGURA 111 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CDP RSG-13, ANSA 14

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 60° e altezza compresa fra 1,0 e 2,0 m.

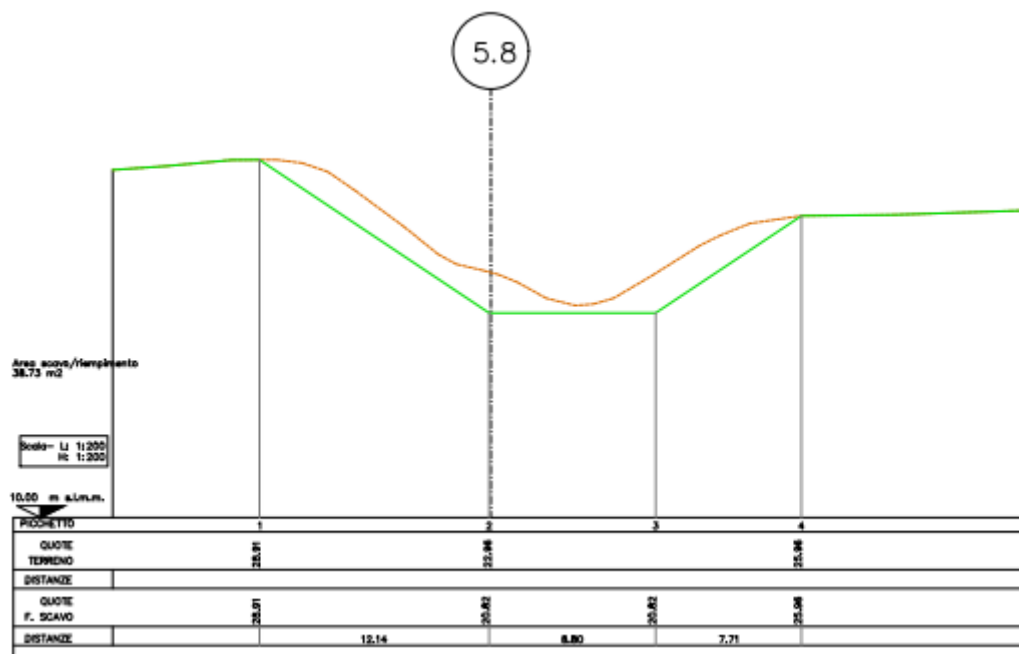


FIGURA 112 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CDP RSG-13, ANSA 14

In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.

Sono inoltre presenti due edifici fra la pista e l'alveo fluviale.



FIGURA 113 – INGRESSO CDP RSG-13, ANSA 14, DA SUD



FIGURA 114 –CDP RSG-13, ANSA 14, ZONA SUD



FIGURA 115 – CdP RSG-13, ANSA 14 – EDIFICIO PRESENTE FRA PISTA E ALVEO FLUVIALE



FIGURA 116 – CdP RSG-13, ANSA 14 – EDIFICIO PRESENTE FRA PISTA E ALVEO FLUVIALE

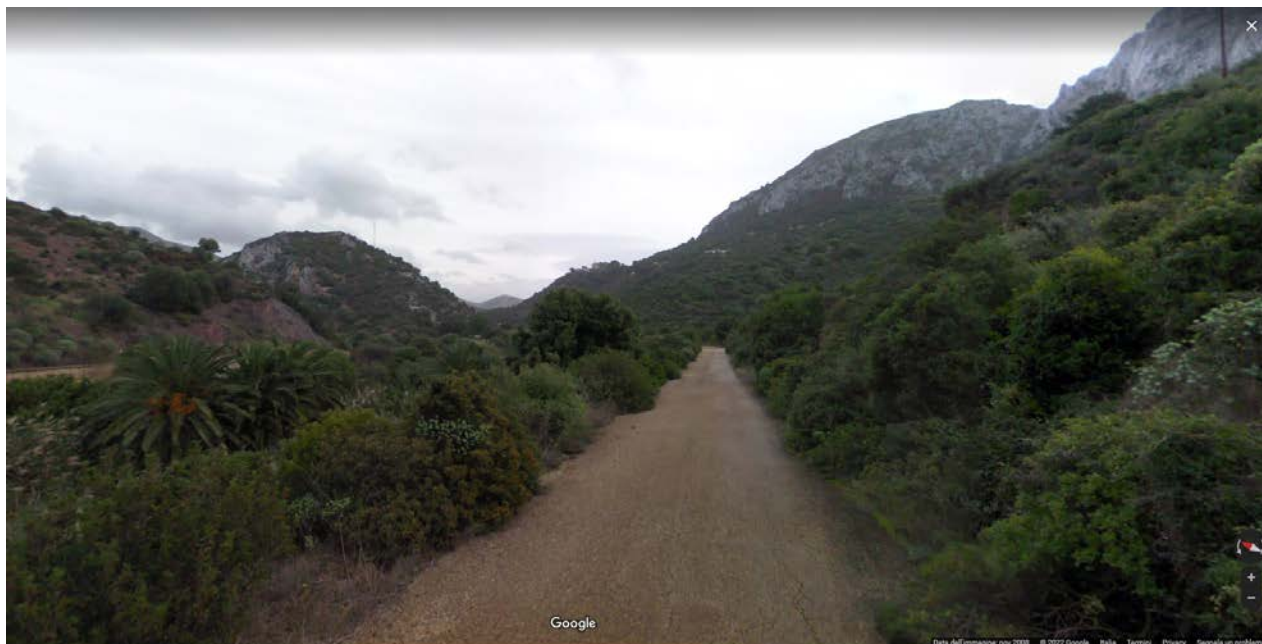


FIGURA 117 –CdP RSG-13, ANSA 14, ZONA NORD

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.

Il **Centro di Pericolo 13** **ansa 15** del Rio San Giorgio (CdP RSG-13.XV) è ubicato a nord di Gonnese. È confinato dalla strada statale 126 nel suo margine meridionale e occidentale e da una strada sterrata nel suo margine orientale.

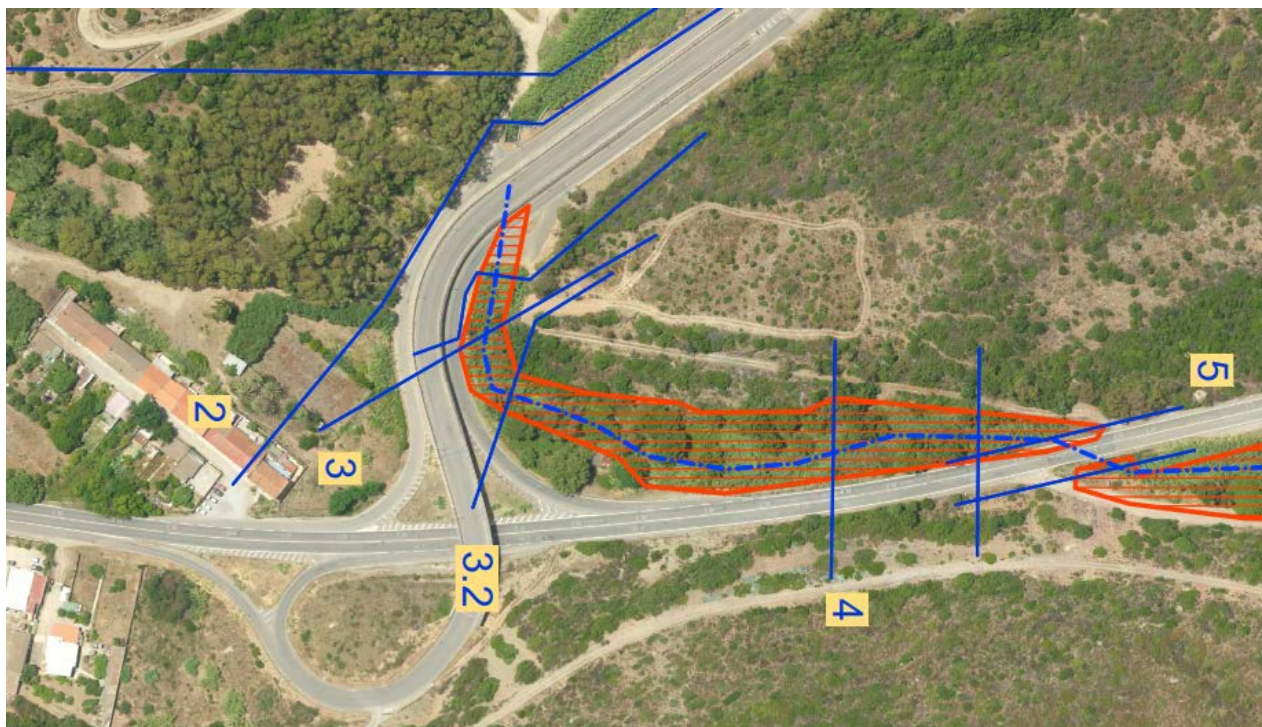


FIGURA 118 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-13, ANSA 15 (STRALCIO IGL.PDAI.RSG.04.01)

Il CdP RSG-13 ansa 15 è lungo circa 205 m ed è caratterizzato da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,017.

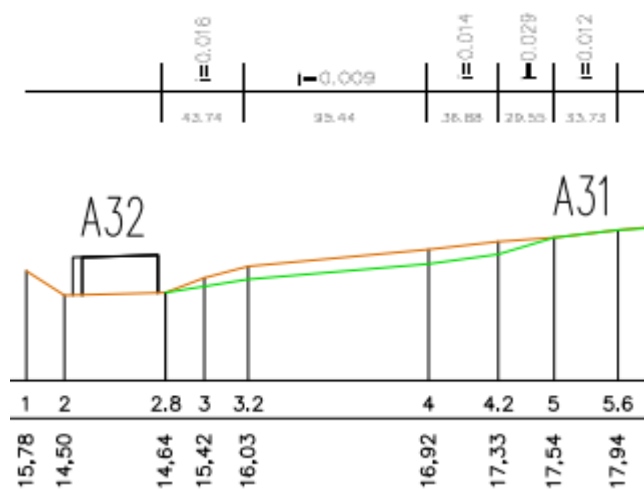


FIGURA 119 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-13, ANSA 15

Le sponde del Rio sono in terra, con inclinazione di circa 45° e altezza compresa fra 0,5 e 1,0 m.

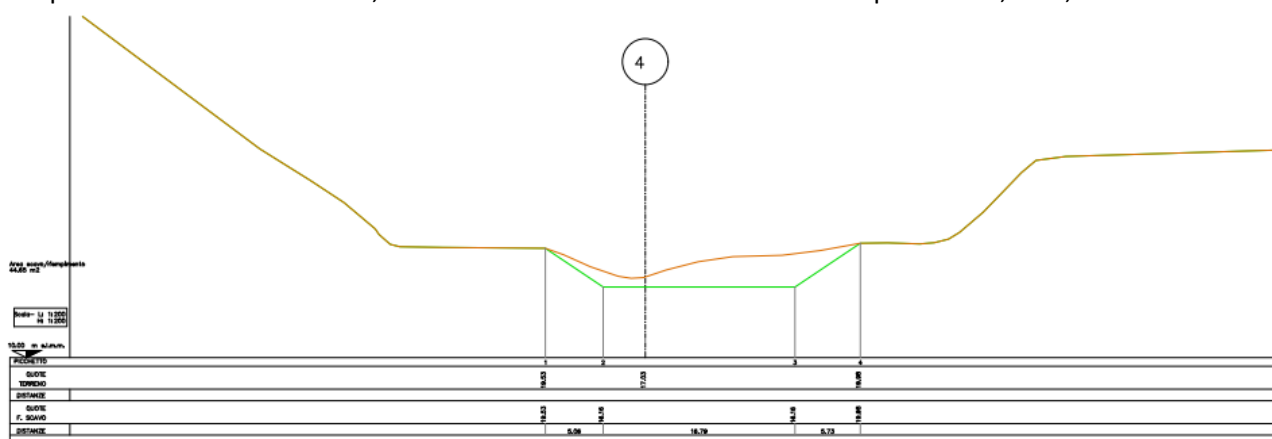


FIGURA 120 – SEZIONE TRASVERSALE DEL CdP RSG-13, ANSA 15

In questo CdP il Rio ha un alveo a canale singolo sinuoso.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 121 – INGRESSO CdP RSG-13, ANSA 15, DA NORD



FIGURA 122 –CdP RSG-13, ANSA 15

RSG-14

Il Centro di Pericolo 14 del Rio San Giorgio (CdP RSG-14) corrisponde ad uno dei due affluenti del Rio San Giorgio che sviluppano la maggior parte del loro corso nell'area pianeggiante, a valle delle imponenti installazioni minerarie di Monteponi.

Il Centro 14 corrisponde al letto del torrente che prende origine dalle discariche di fini a Sud della laveria Mameli.

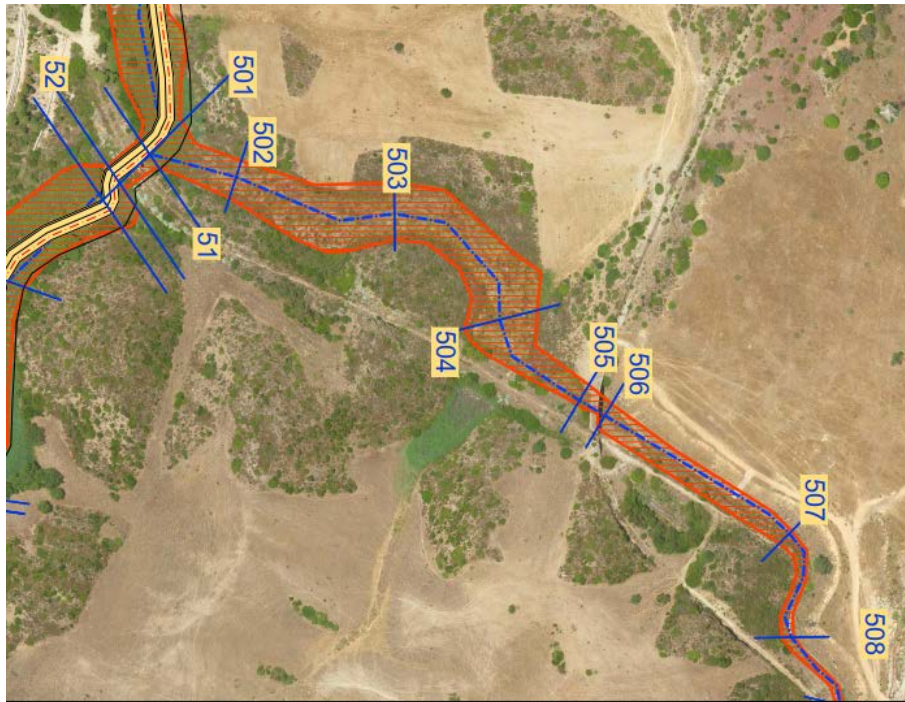


FIGURA 123 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-14

Il CdP RSG-14 è lungo circa 699 m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,36 m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,029.

Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale
Realizzazione del sito di raccolta nella valle del Rio San Giorgio in località “Casa Massidda

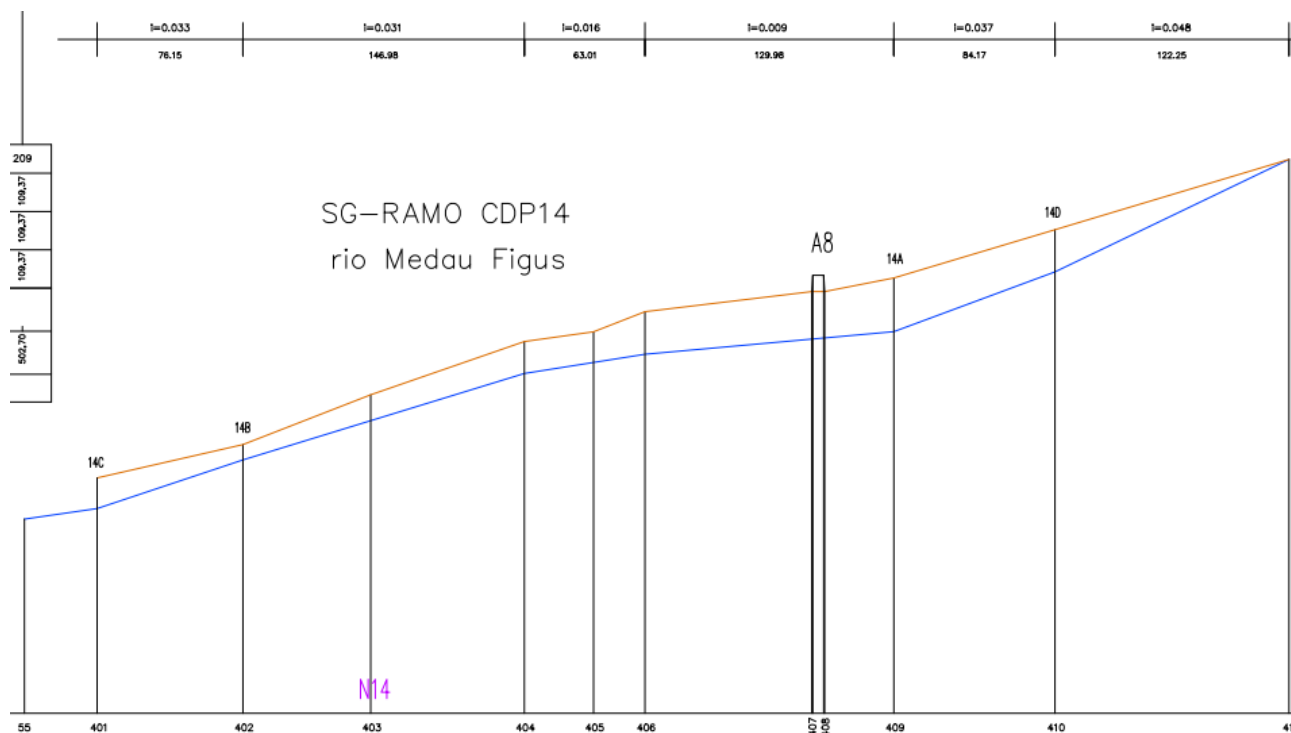


FIGURA 124 – PROFILO LONGITUDINALE DEL Cdp RSG-14

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi mineralari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.



FIGURA 125 – Cdp RSG-14

RSG-15

Il **Centro di Pericolo 15** del Rio San Giorgio (CdP RSG-15) corrisponde ad uno dei due affluenti del Rio San Giorgio che sviluppano la maggior parte del loro corso nell'area pianeggiante, a valle delle imponenti installazioni minerarie di Monteponi.

Il Centro di Pericolo 15 include il letto del corso d'acqua che raccoglie le acque provenienti dalla collina di Monteponi.

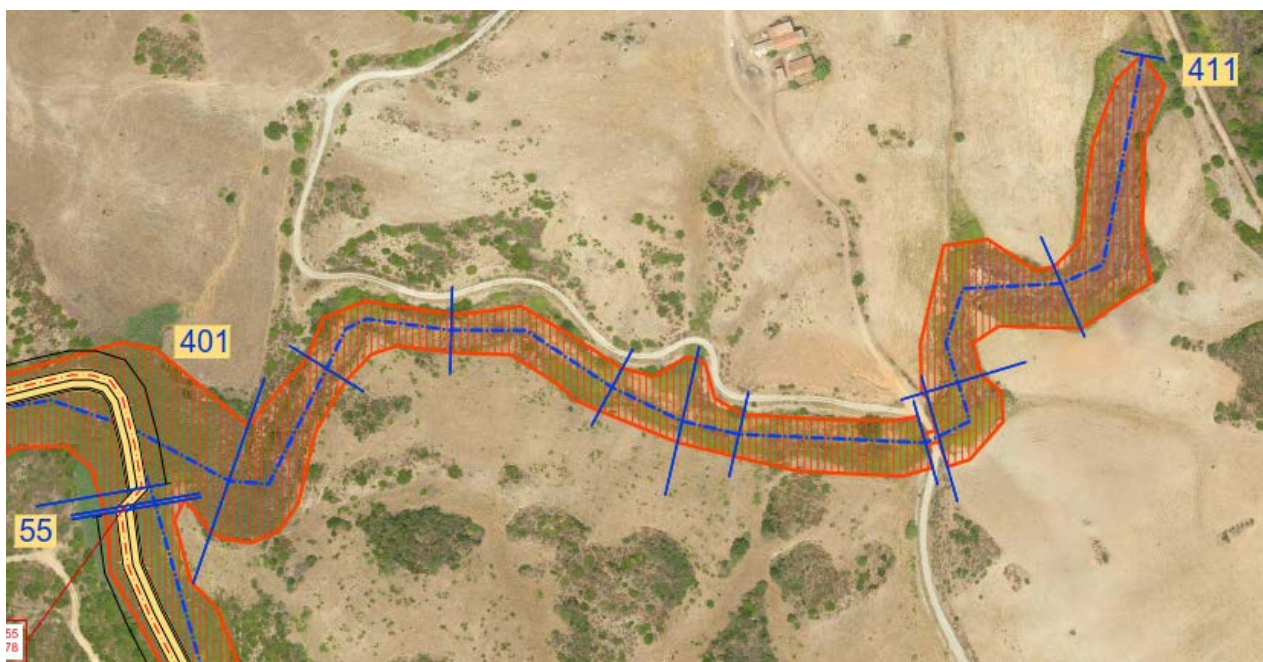


FIGURA 126 – ORTOFOTO DEL CdP RSG-15

La valle in corrispondenza del CdP RSG-15 è di carattere collinare semiconfinata.

Il CdP RSG-15 è lungo circa 665m ed è caratterizzato da uno spessore medio dei sedimenti di 1,10 m e da una pendenza media dell'alveo (i) di 0,035.

Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale
Realizzazione del sito di raccolta nella valle del Rio San Giorgio in località “Casa Massidda

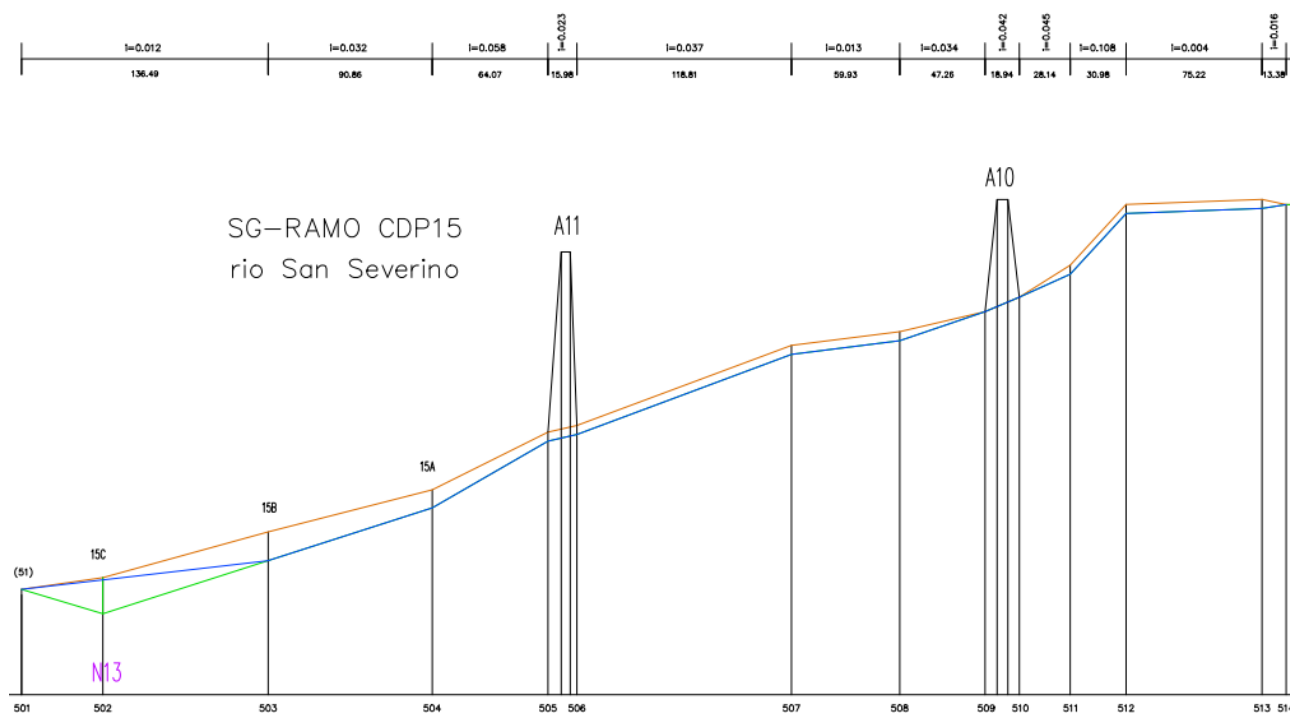


FIGURA 127 – PROFILO LONGITUDINALE DEL CdP RSG-15

La morfologia delle sponde non è osservabile, poiché l'alveo naturale è completamente tombato da depositi minerari e mineralurgici, all'interno dei quali il Rio ha ridefinito un alveo artificiale a canale singolo sinuoso.

La superficie è ricca di vegetazione, con presenza di canne, arbusti ed alberi ad alto fusto.