

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNE DI ITTIRI
Provincia di SASSARI

PROGETTO DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE -
AMPLIAMENTO DEL CANTIERE “CASIDDU” -
CONCESSIONE MINERARIA “SA PIGADA BIANCA”
COLTIVAZIONE DI ARGILLE BENTONITICHE, SMETTICHE E
REFRATTARIE E MANGANESE

Richiedente:
Argillitti s.r.l.

Argillitti Srl

Sede Amm.va: Via Ottone Bacareda, 47 -
09127 Cagliari

--	--

Elaborato:
01 RT 24

Titolo:
Progetto di Coltivazione e Recupero Ambientale

Data:
Marzo 2024

N. Prot.:

Revisioni

00

Mar. 24

Timbri

RELAZIONE

PROGETTO DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE - AMPLIAMENTO CANTIERE "CASIDDU" - MINIERA "SA PIGADA BIANCA" COMUNE DI ITTIRI

INDICE

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	INQUADRAMENTO CATASTALE	4
4	ANALISI DELLA VINCOLISTICA	5
4.1	Strumenti di pianificazione generale e territoriale	6
4.2	Strumenti di pianificazione a livello nazionale	7
4.2.1	Tutela del paesaggio	7
4.3	Strumenti di pianificazione di livello regionale	8
4.3.1	P.P.R.....	8
4.3.2	Piano tutela delle acque (PTA)	10
4.3.3	Piano di assetto idrogeologico (PAI)	10
4.3.4	Piano Forestale Ambientale Regionale	12
4.3.5	Pianificazione delle aree di salvaguardia	14
4.4	Strumenti di pianificazione di livello comunale	14
4.4.1	P.U.C.....	14
4.5	Strumenti di pianificazione in materia di Attività Minerarie.....	15
4.5.1	Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE)	16
5	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	19
5.1	Geologia dell'area vasta	19
5.2	Geomorfologia dell'area vasta	21
5.3	Stratigrafia dell'area di interesse	22
6	ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI	24
7	INDAGINI E CARATTERISTICHE DELLE RISORSE MINERALI	29
7.1	La bentonite	29
7.2	I campioni analizzati	32
8	PIANO DI COLTIVAZIONE	34
8.1	Obbiettivi e parametri di progetto.....	34
8.2	Metodo di Coltivazione	38
8.3	Descrizione delle fasi operative	41
8.3.1	Prima fase da 1 a 5 anni (Rif. Tav.3)	42
8.3.2	Seconda fase da 5 a 10 anni (Rif. Tav.4)	43
8.3.3	Terza fase da 10 a 13,5 anni (Rif. Tav.5)	44
8.3.4	Recupero Finale da 13,5 a 15 anni (Rif.Tav.6).....	46
8.4	Gestione degli Sterili prodotti	46
8.5	Gestione dei rifiuti minerari - Decreto legislativo numero 117 del 30 maggio 2008.....	47
8.6	Cronoprogramma delle attività	48
9	RECUPERO AMBIENTALE	51
9.1	Premessa	51
9.2	Aspetti vegetazionali dell'area	52
9.3	Progetto di recupero ambientale	52
10	VALUTAZIONE FATTIBILITA' ECONOMICA DEL PROGETTO	55
10.1	Aspetti economici legati al recupero ambientale	57
11	CONCLUSIONI.....	60

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica viene presentata dalla Società Argillitti s.r.l., per richiedere l'ampliamento del Cantiere Minerario denominato "Casiddu", in agro del Comune di Ittiri (SS), facente parte della Concessione Mineraria denominata "Sa Pigada Bianca".

La Società Argillitti s.r.l. è la titolare della Concessione Mineraria per Minerali di I° categoria, Argille Bentonitiche, Smectiche, Refrattarie 1630° e Manganese, denominata "Sa Pigada Bianca", ricadente in località Lettu e Cuga nei territori dei Comuni di Ittiri – Uri, della Provincia di Sassari. La concessione è localizzata ad Ovest del centro abitato di Ittiri e facilmente raggiungibile tramite la viabilità locale.

La Concessione Mineraria di Sa Pigada Bianca nasce con determinazione dell'Assessorato Industria - Servizio attività estrattive - Regione Sardegna n. 441 del 27 aprile 2000 con scadenza il 30/03/2015.

Con il rilascio della concessione venivano autorizzati i cantieri denominati "Dore Giuseppe", attualmente completamente coltivato e recuperato e "Dore Salvatore", tuttora in fase di coltivazione e contestuale ripristino.

Per i suddetti cantieri la Società aveva richiesto e ottenuto il giudizio di compatibilità ambientale con delibera della giunta regionale n. 4/42 del 06 febbraio 2004.

In data 06 luglio 2006 la Società, a seguito di ricerche minerarie effettuate negli anni precedenti, presentava un progetto di coltivazione e relativo studio d'impatto ambientale richiedendo l'apertura di un nuovo cantiere denominato "Casiddu". Con deliberazione n. 24/25 del 23 aprile 2008 dell'Assessorato Difesa Ambiente – Regione Sardegna veniva rilasciato giudizio positivo di compatibilità ambientale. Il cantiere "Casiddu" avviava i lavori di coltivazione e contestuale ripristino, tuttora in corso, nel medesimo anno.

La società Argillitti nell'anno 2010 aveva quindi in essere due titoli minerari: la Concessione Mineraria "Sa Pigada Bianca" e la richiesta di Concessione denominata "Monte Crasta"; in accordo con l'Ufficio Attività Estrattive dell'Assessorato Industria in data 19 marzo 2010 Argillitti presentava atto di rinuncia del titolo di "Monte Crasta" accorpando in un'unica concessione (Sa Pigada Bianca) le aree mineralizzate ivi individuate, richiedendo l'ampliamento della Concessione di "Sa Pigada Bianca" con relativa procedura di verifica ambientale. Nel contempo, al fine di adeguarsi alle recenti normative, Argillitti chiedeva l'autorizzazione alla realizzazione di una serie di campagne di ricerca mediante prospezioni elettriche e sondaggi a carotaggio.

La RAS, Assessorato Industria autorizzava l'accorpamento dei due Titoli Minerari denominati Concessione Mineraria "Sa Pigada Bianca" e Concessione Mineraria "Monte Crasta" con determinazione prot. N. 1885 rep. N. 106 del 20 gennaio 2012, entrambi sotto la denominazione **Concessione Mineraria "Sa Pigada Bianca"**.

Successivamente, con D.G.R. n 50/18 del 26/09/2016 la Società ha ottenuto parere di VIA favorevole per il Rinnovo di Concessione Mineraria e l'ampliamento del Cantiere "Dore Salvatore". Al parere di VIA ha fatto seguito la Determinazione Direttoriale del Servizio Attività Estrattive e Recupero Ambientale n. 20105 del 20/06/2017 relativa al Rinnovo della Concessione Mineraria già menzionata sino al 24/04/2027.

Durante la fase di coltivazione del cantiere Casiddu è emersa l'opportunità di approfondire la coltivazione in virtù della maggior consistenza del giacimento ed inoltre si è aperta la possibilità di ampliare la coltivazione anche in direzione Sud.

Si rileva altresì che nell'area ubicata in prossimità del limite Nord-Est del Cantiere, prevalentemente rocciosa e priva di materiale di interesse commerciale, a causa di fenomeni di instabilità del pendio ed al fine di proseguire le lavorazioni in sicurezza si è reso necessario, per una fascia di circa 50 m in direzione Nord e di circa 65 m in direzione Est, procedere alla profilatura dell'ammasso roccioso fratturato. Sempre per motivazioni legate alla messa in sicurezza del fronte si è reso necessario, anche sul limite Sud, procedere ad un intervento di messa in sicurezza dei versanti che ha provocato uno sconfinamento in detta direzione di circa 25 m rispetto ai limiti precedentemente autorizzati.

Il presente progetto intende quindi illustrare la proposta di ampliamento del Cantiere Casiddu, al fine di consentire l'integrale sfruttamento del giacimento presente e, nel contempo, di includere entro l'area di coltivazione quelle zone oggetto di sconfinamento, rispetto a quanto precedentemente approvato, per necessità legate al mantenimento dei criteri di sicurezza.

Le operazioni di coltivazione così rimodulate interesseranno, unitamente alle operazioni di recupero ambientale, un arco temporale di circa 15 anni dall'approvazione del presente progetto.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La concessione mineraria in oggetto, denominata "Sa Pigada Bianca", ricade interamente nella provincia di Sassari, nella Sardegna nord occidentale ed in particolare nei territori comunali di Ittiri e Uri.

Nello specifico, il cantiere Casiddu è ubicato interamente all'interno del territorio comunale di Ittiri. Esso è facilmente raggiungibile tramite una strada sterrata che si dirama direttamente dalla SS 131 bis, a circa 7km a ovest di Ittiri, in corrispondenza con l'incrocio per la chiesa di San Leonardo.

L'area di coltivazione risulta inquadrata nella Carta d'Italia IGM scala 1:25.000 nei Fogli 479 sezione I (Ittiri) e sezione IV (Villanova Monteleone) e nei Fogli 459 Sezione II (Ossi) e sezione III (Uri). La medesima area nella Carta Tecnica Regionale (CTR) scala 1:10.000 è inquadrata nelle sezioni 459140 (Uri), 459150 (Ittiri Nord), 479020 (Putifigari), 479030 (Ittiri).

La concessione mineraria occupa una superficie amministrativa di Ha. 414.77.00, mentre il cantiere di coltivazione "Casiddu" interessa una superficie totale di circa 10,5 Ha.

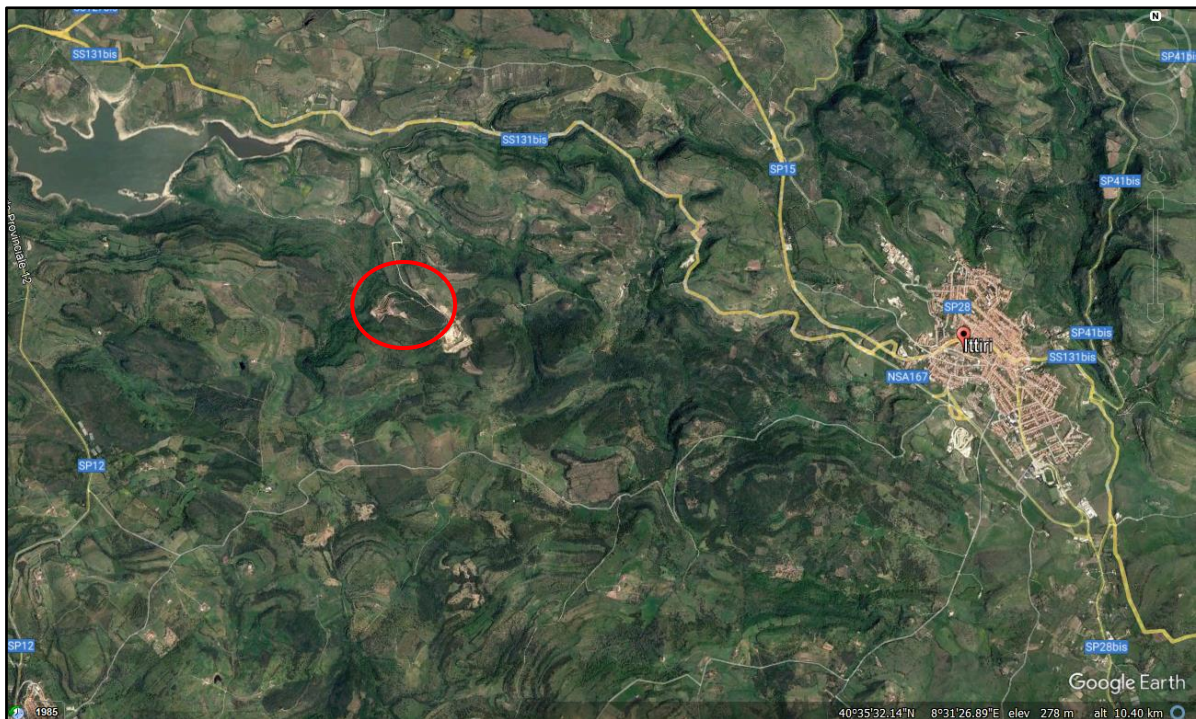


Figura 1 - Ubicazione del cantiere e viabilità di accesso

3 INQUADRAMENTO CATASTALE

Catastalmente il cantiere insiste sulle particelle riportate nella tabella sottostante:

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
ITTIRI	17	7
ITTIRI	17	9
ITTIRI	17	10
ITTIRI	17	11
ITTIRI	17	16
ITTIRI	17	18

Tutti i terreni attualmente occupati dalla coltivazione mineraria, compresi quelli che interesseranno le aree di ampliamento, sono già soggetti ad accordi coi proprietari terrieri coi quali sono stati stipulati dei contratti di affitto.

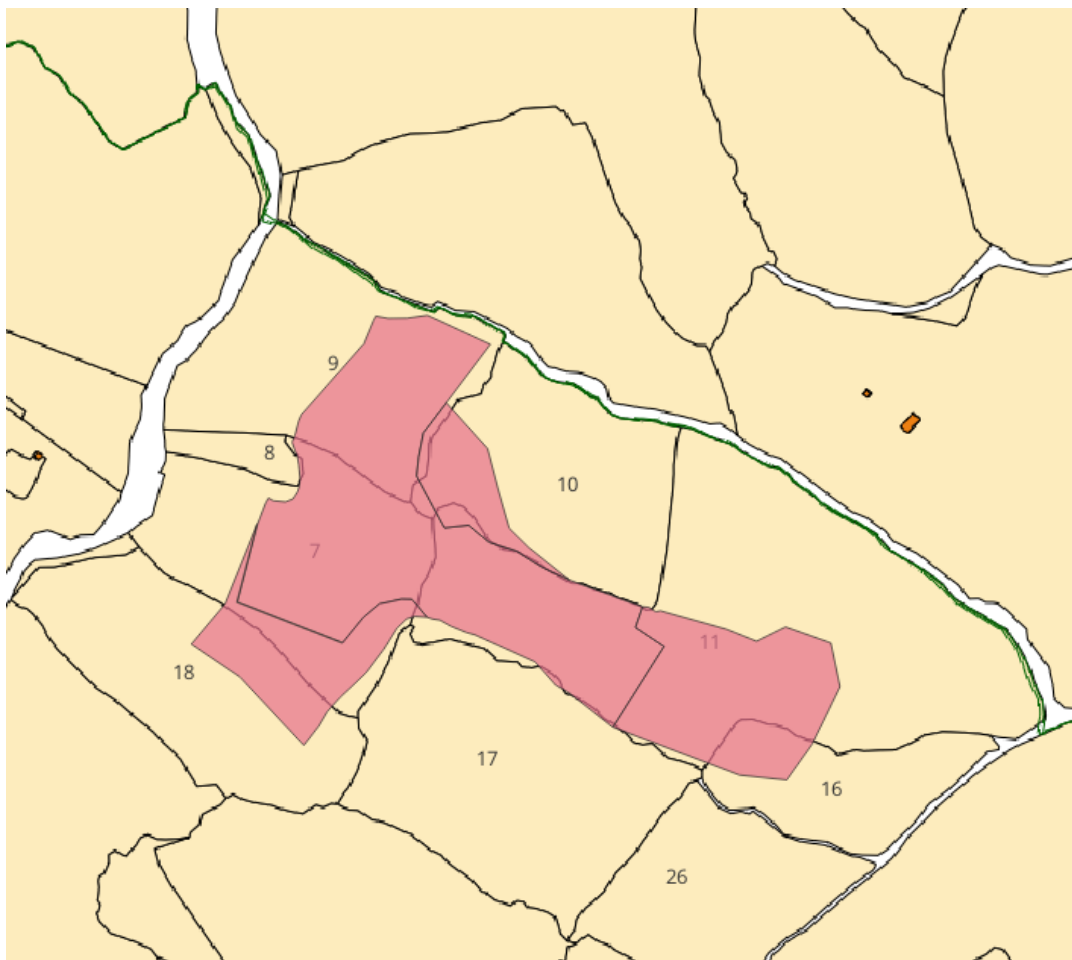


Figura 2 - Inquadramento catastale, in rosso l'area di cantiere

4 ANALISI DELLA VINCOLISTICA

Il quadro programmatico fornisce gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale e contiene l'individuazione di eventuali vincoli presenti sull'area interessata (vincoli paesistici, naturalistici storico - culturali, archeologici, idrogeologici, demaniali, di servitù pubbliche o di altre limitazioni all' uso della proprietà).

Tali elementi costituiscono parametri di riferimento per la costruzione del giudizio di compatibilità ambientale.

È comunque escluso che il giudizio di compatibilità ambientale abbia ad oggetto esclusivamente i contenuti dei suddetti atti di pianificazione e programmazione, nonché la conformità dell'opera ai medesimi. Infatti, la rispondenza alla pianificazione risulta essere condizione necessaria, ma non sufficiente affinché venga fornito un giudizio favorevole allo studio di impatto ambientale.

La Regione Autonoma della Sardegna, in attuazione dell'articolo 3 della lettera f) dello Statuto speciale, disciplina le attività di uso e tutela del territorio regionale secondo le norme della presente legge e della legge regionale 11 ottobre 1985, n. 23 e successive modifiche, in collaborazione con gli enti locali.

A seguito dell'approvazione della L. R. 25 novembre 2005, n°8 la Regione Sardegna ha fornito le "Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale" (P.P.R.). Tale Piano è rivolto a tutti i soggetti che operano nella pianificazione e gestione del territorio sardo, in particolare alla Regione, alle Province, ai Comuni e loro forme associative, agli enti pubblici statali e regionali, comprese le università e i centri di ricerca, e ai privati.

Con il P.P.R. la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, attraverso le interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, li considera fondamentali per lo sviluppo, li tutela e ne promuove la valorizzazione.

Il P.P.R. rappresenta il massimo strumento di pianificazione regionale e ad esso, a cascata, devono essere conformi tutti gli altri Piani esistenti.

Ovviamente l'analisi dell'opera rispetto alla Pianificazione vigente dovrà tener conto di altri strumenti di gestione del territorio quali, ad esempio, il Piano Tutela Acque (PTA) e rispettare la vincolistica dettata dalle direttive di carattere Comunitario (Tutela Paesistica ai sensi del D.Lgs. 490/99; Direttiva Comunitaria 92/43 (Direttiva Habitat); Legge n°31/89);

successivamente l'opera in progetto verrà confrontata con gli strumenti urbanistici Comunali.

Il confronto con gli strumenti di pianificazione è stato dunque riassunto come segue:

A livello sovranazionale in materia di tutela ambientale:

- La convenzione internazionale di Ramsar sulle zone umide;
- La direttiva comunitaria uccelli N.409/79;
- La direttiva comunitaria habitat N.43/92.

A livello nazionale:

- Legge quadro sulle aree protette (L. n° 394 /91);
- Vincoli idrogeologici (L. n° 3267/23);
- Acque pubbliche e pertinenze idrauliche (R.D. 1775/1933).

A livello Regionale:

- Piano Paesaggistico Regionale (PPR);
- Piano tutela delle acque (PTA);
- Piano di assetto idrogeologico (PAI);
- Piano Forestale Ambientale Regionale;
- Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE);
- Pianificazione delle aree di salvaguardia.

A livello Provinciale e Comunale:

- Piano urbanistico comunale (PUC).

4.1 Strumenti di pianificazione generale e territoriale

Il progetto è stato analizzato rispetto alle aree tutelate dalla Convenzione Ramsar, rispetto alla direttiva comunitaria uccelli (aree ZPS) e rispetto alla direttiva Habitat (aree SIC). L'area di ampliamento del cantiere minerario oggetto del presente progetto, non ricade all'interno, né in prossimità, di alcuna area di tutela, il progetto risulta quindi essere conforme e coerente con gli strumenti di pianificazione territoriale e sovranazionale analizzati.

4.2 Strumenti di pianificazione a livello nazionale

Il progetto è stato analizzato rispetto alle aree tutelate dalla legge quadro sulle aree protette (L. n° 394 /91) e rispetto ai vincoli idrogeologici (L. n° 3267/23). L'area di ampliamento del cantiere minerario oggetto del presente progetto, non ricade all'interno, né in prossimità, delle specifiche aree di tutela, il progetto risulta quindi essere conforme e coerente con gli strumenti di pianificazione analizzati.

4.2.1 Tutela del paesaggio

A Nord Ovest del perimetro dell'area di progetto è presente il rio Cuga il quale è ricompreso tra i corsi d'acqua e superfici d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto n. 1775 del 11. 12.1933. Il rio rientra pertanto nelle aree tutelate per legge di cui all'art. 142, lett. c del Codice dei Beni Culturali e Paesaggistici (D. Lgs. N. 42/04): *"i 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"*.

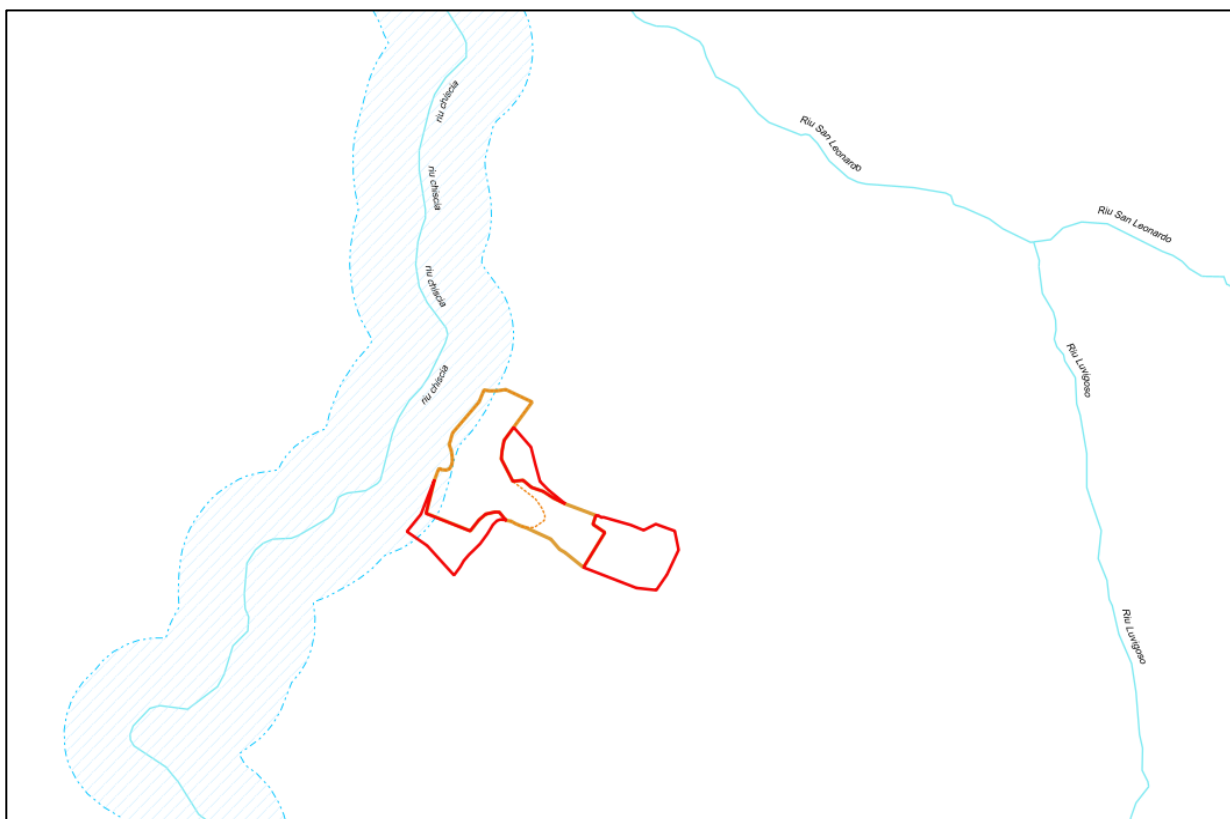


Figura 3 - Stralcio cartografia recante le Fasce di rispetto di laghi e corsi d'acqua localizzati in prossimità dell'intervento (Fonte Sardegna Mappe)

Come si può vedere dalla Figura 3, l'area di scavo e di ampliamento ricadono per circa 25 m all'interno della fascia di attenzione dei 150m prevista per le acque pubbliche.

Si riferisce che l'oggetto del vincolo paesaggistico sono in particolare, le sponde e i piedi degli argini; è pertanto opportuno partire dalla definizione tecnico-giuridica dei concetti di «sponda» e di «piede dell'argine», ai quali soltanto è circoscritto — quanto alle aree limitrofe ai corsi d'acqua — il vincolo paesaggistico legale nella fattispecie della lettera c) dell'art. 142. È importante chiarire, preliminarmente, questo concetto: la lettera c) dell'art. 142 non assoggetta a vincolo qualsiasi terreno o area frontistante il corso d'acqua, ma unicamente quei terreni e quelle aree che possano essere qualificati come piedi dell'argine o sponde, dove Argini sono «le barriere esterne, per lo più artificiali, erette ad ulteriore difesa del territorio per il caso di piene eccezionali», mentre deve intendersi per — «sponde esterne» (non demaniali) le porzioni di terreno che, partendo dal limitare della sponda interna, possono essere interessate dalle piene straordinarie del corso d'acqua: perciò, dove non arriva la piena, ordinaria o straordinaria, non è più «sponda».

In questo caso ci viene a supporto quanto stabilito dall'art. 30 ter delle NTA del PAI, sulla base delle quali la fascia di rispetto stabilita per il Riu Cuga è pari a 75 m. Entro questa fascia nell'intorno destro e sinistro del Cuga deve intendersi «la sponda esterna» che deve essere assoggettata a vincolo.

Da qui si desume la compatibilità del progetto con il vincolo analizzato.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla **Relazione Paesaggistica** allegata.

4.3 Strumenti di pianificazione di livello regionale

4.3.1 P.P.R.

Il P.P.R. costituisce lo strumento centrale del governo pubblico del territorio. Il PPR è stato adottato con delibera della Giunta Regionale n. 22/3 del 24 maggio 2006.

Il P.P.R. individua e sottopone a tutela, in modo certo e valido erga omnes, i beni paesaggistici che, per la loro rilevanza e significatività, ricadono sotto la diretta competenza statale e regionale.

Dall'analisi dei vari strati e vincoli si evince quanto segue:

Relativamente all'assetto ambientale, dalla cartografia succitata, si evince che l'area oggetto della coltivazione ricade esclusivamente sulle componenti di paesaggio con valenza ambientale (definite dalla Legenda del Piano Paesaggistico) identificate come "Praterie e spiagge" a valenza agropastorale e "Colture specializzate e arboree".

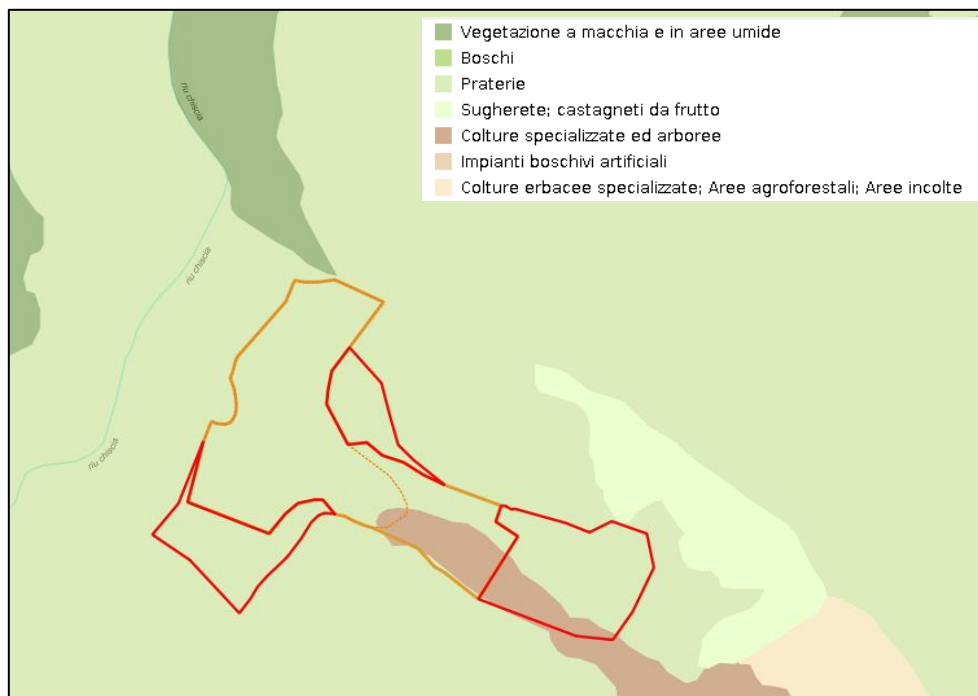


Figura 4 - Stralcio planimetria Componenti ambientali (Fonte Sardegna Mappe)

Per la parte di coltivazione insistente sulle aree a copertura agroforestale si ravvisa l'ammissibilità delle attività in progetto, infatti si constata la compatibilità con quanto riportato nella LR 8/05 all'art.29, comma 1 lettera a, essendo le attività minerarie:

- Di rilevanza pubblica e sociale: minerale di I° categoria di importanza strategica e mantenimento dei posti di lavoro;
- Non realizzabile altrove: non è possibile per la Società richiedente realizzare in altri siti l'attività in oggetto, non avendo altri tritoli minerari con le stesse caratteristiche qualitative presenti in questo cantiere.

Dall'analisi della cartografia, non si ravvisa la presenza di ulteriori aree o di beni tutelati dal PPR.

Stante quanto sopra non si rilevano contrasti tra l'opera proposta in progetto e il PPR vigente sia in termini di uso del suolo interessato, sia di distanze di rispetto dai beni vincolati.

4.3.2 Piano tutela delle acque (PTA)

La Regione Autonoma della Sardegna, in attuazione dell'art. 44 del D. Lgs 11 maggio 1999 n. 152 e s.m.i. e dell'art. 2 della L.R. luglio 2000, n. 14, ha approvato, su proposta dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente, il Piano di Tutela delle Acque (PTA) con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006. Il documento, secondo quanto previsto dalla L.R. 14/2000, è stato predisposto sulla base delle linee generali approvate dalla Giunta Regionale con D.G.R. 47/18 del 5 ottobre 2005 ed in conformità alle linee-guida approvate da parte del Consiglio Regionale.

Finalità fondamentale del Piano di Tutela delle Acque è quella di costituire uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. L'elemento idrico principale a livello locale è rappresentato dall'invaso artificiale denominato "Riu Cuga". L'insieme delle considerazioni inerenti il PTA viene trattato nella monografia del PTA 07 – Barca; l'area in oggetto, ricadente nel bacino 0191 "Rio Barca" ha codice di denominazione corpo idrico LA4022.

Nei capitoli seguenti si riporta l'inquadramento idrogeologico dell'area di interesse che, come si può vedere, ricade all'interno del complesso degli acquiferi delle Vulcaniti Oligo – Mioceniche della Sardegna Nord Occidentale (acquiferi vulcanici terziari).

4.3.3 Piano di assetto idrogeologico (PAI)

Il P.A.I. (Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico) è lo strumento giuridico che disciplina le azioni riguardanti la difesa idrogeologica del territorio e della rete idrografica, attraverso l'individuazione delle linee generali di assetto idraulico ed idrogeologico.

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico individua le aree a rischio idraulico e di frana e ha valore di "piano stralcio" ai sensi della L. 183/89 e successive modifiche. Adottato e approvato limitatamente alla perimetrazione delle aree a pericolosità H4, H3, H2 e a rischio R4, R3, R2, il PAI è entrato in vigore con Decreto dell'Assessore ai Lavori Pubblici n. 3 del 21/2/2006.

L'inquadramento cartografico delle aree a rischio PAI risulta condizionato dalla presenza di entità vulnerabili (E) la cui sovrapposizione con le aree a pericolosità (H) produce un certo grado di rischio (R); la mitigazione del rischio R rappresenta obiettivo principale del PAI. La presenza o meno di entità vulnerabili ha determinato una concentrazione delle

analisi del PAI su areali discretizzati rispetto ad ambiti di pericolosità più allargati con paesaggi affini per proprietà geologiche, pedologiche, di copertura vegetale.

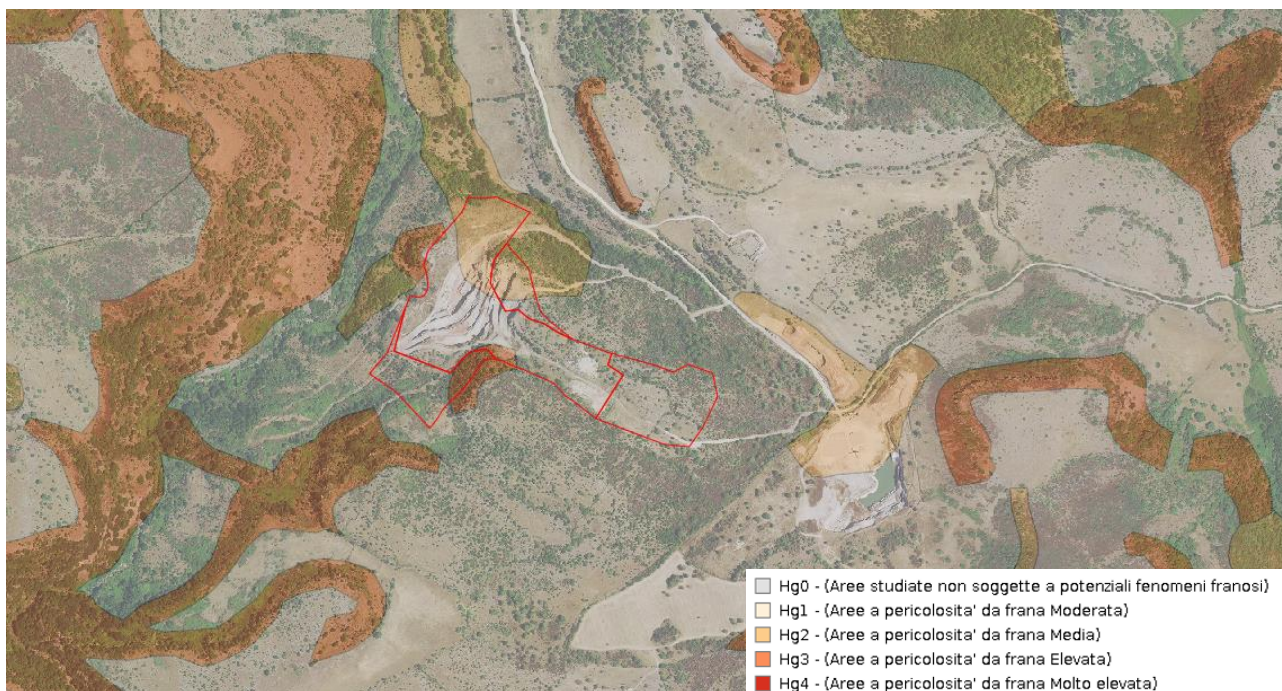


Figura 5 - Stralcio fuori scala delle componenti areali della Perimetrazione PAI (Sardegna Mappe - Rev. Dic_22).

Dallo stralcio della cartografia PAI emerge che le opere previste in progetto ricadono in parte su aree perimetrate dallo strumento pianificatorio in oggetto per la parte di ampliamento e in concessione sul versante nord (Hg2) e per l'ampliamento nel lato sud del cantiere (Hg3).

Le NTA PAI, all'art. 13, definiscono le attività di controllo delle attività estrattive, prevedendo per queste che *"Nelle aree di pericolosità idrogeologica perimetrate dal PAI le nuove attività estrattive sono consentite subordinatamente alla valutazione positiva dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25"*.

Pertanto, secondo le previsioni normative delle NTA PAI, sarà richiesta per il progetto la **Compatibilità Geologico – Geotecnica** avviando la procedura di cui all'art. 25 delle summenzionate Norme.

Le condizioni di effettiva compatibilità all'art. 25 comma 9 (lettere b, c, e), specificano che *"Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da"*:

- b. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
- c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio.

La situazione più cautelativa dal punto di vista prescrittivo è relativa alla porzione ricadente in Hg3 illustrata all'art 31 delle NTA del PAI, per la quale al comma 9 si riporta come elemento di valutazione il divieto di realizzazione "di scavi, riporti e movimenti di terra capaci di aumentare il livello del pericolo e del rischio da frana".

In questo senso le opere in progetto saranno realizzate secondo principi di controllo della stabilità delle fronti di scavo e nella realizzazione dei ripristini, garantendo contestualmente un miglioramento delle condizioni di stabilità complessive post opera.

4.3.4 Piano Forestale Ambientale Regionale

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) è uno strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale, per il perseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'economia rurale della Sardegna. La zona in studio appartiene alla sezione 02 denominata Nurra e Sassarese. In linea con il dettato della gestione forestale sostenibile, si prefigge di individuare i modelli di pianificazione orientati alla multifunzionalità delle foreste e che analizzano i sistemi forestali quali parte integrante e compositiva degli ecosistemi territoriali.

Promuovere la multifunzionalità dei boschi attraverso la pianificazione significa prima di tutto analizzare il contesto forestale territoriale per derivarne le valenze, presenti e potenziali, di tipo naturalistico, ecologico, protettivo e produttivo. Il Piano forestale, dunque, sposa l'approccio sistemico, il riconoscimento della multifunzionalità dei sistemi forestali, la necessità di salvaguardare tutte le componenti degli ecosistemi e le loro articolate interconnessioni. Il PFAR attraverso le linee di indirizzo individuate, le strategie e le scelte programmatiche proposte, traduce e dà applicazione in ambito regionale sardo ai principi formulati a livello internazionale per la GFS. In sintesi gli obiettivi si focalizzano intorno ai grandi temi di interesse generale di:

- protezione delle foreste;
- sviluppo economico del settore forestale;
- cura degli aspetti istituzionali in riferimento alla integrazione delle politiche ambientali, alla pianificazione partecipata fino al livello locale, alla diffusione delle informazioni;
- potenziamento degli strumenti conoscitivi, attività di ricerca ed educazione ambientale.

L'area oggetto di intervento nel PFFAR è analizzata e descritta dal punto di vista forestale nella Monografia Distretto 02 – Nurra e Sassarese. In detto documento si rinviene la trattazione delle emergenze naturalistiche del sito, con particolare riferimento alla vocazione forestale delle medesime. Una cura particolare ricevono le foreste di querce cui è dedicata una tavola specifica.

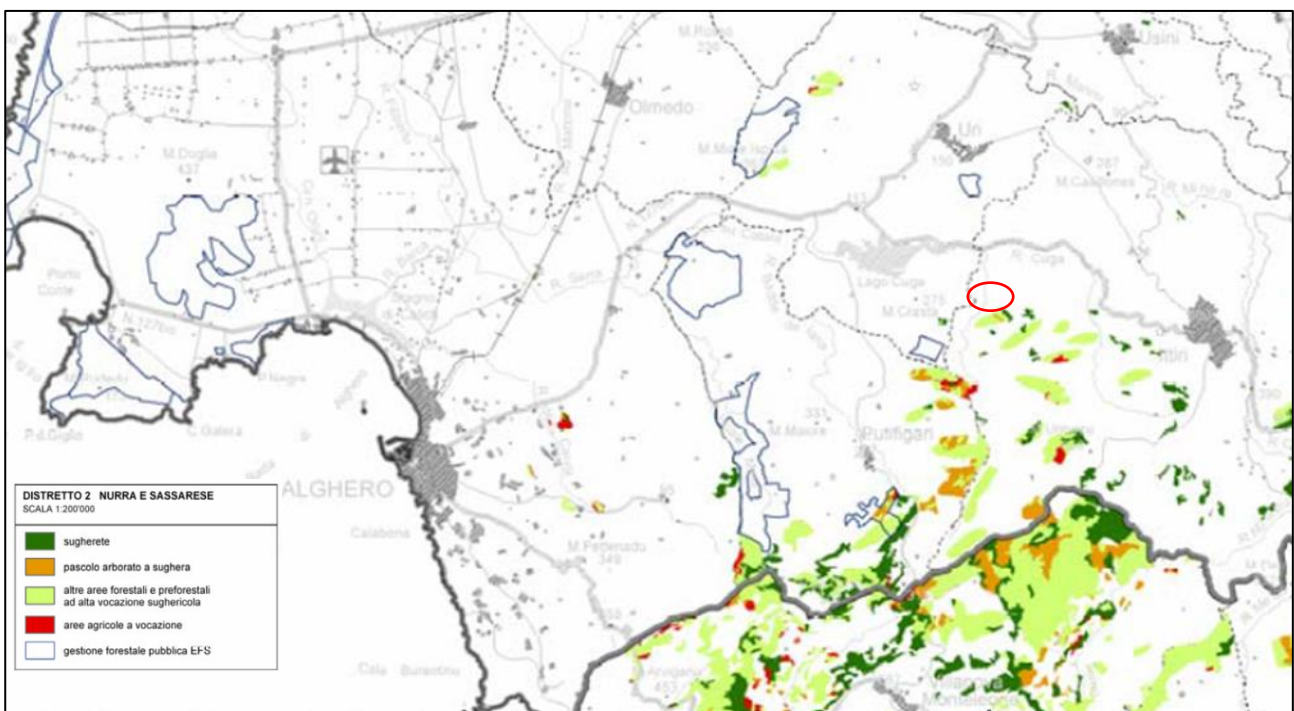


Figura 6 - Stralcio carta delle aree a vocazione sughericola (PFAR – Monografia Nurra e Sassarese).

Dall'analisi del documento emerge che l'area in oggetto non è interessata dalla pianificazione forestale, in particolare la medesima non risulta inclusa nelle sugherete e, pertanto, anche in virtù del fatto che non risultano coinvolte nel progetto aree forestate, il medesimo risulta essere conforme e coerente con questo strumento di pianificazione.

4.3.5 Pianificazione delle aree di salvaguardia

Ai sensi della L.R. 31/89, la Regione Autonoma ha istituito alcuni Parchi Regionali, Riserve Naturali e Monumenti Naturali, nonché delle Aree di Interesse Naturalistico.

L'area destinata all'attività estrattiva non rientra in aree individuate dalla L.R. 31/89, come indica l'immagine precedente dove in rosso è evidenziata l'area ed in blu il monumento tutelato, quindi il progetto risulta essere conforme e coerente con detta legge regionale.

4.4 Strumenti di pianificazione di livello comunale

4.4.1 P.U.C.

Il Piano Urbanistico Comunale di Ittiri è stato approvato definitivamente tramite deliberazione di Consiglio Comunale n. 71 del 30/11/2002 ed è stato dichiarato coerente alla normativa sovraordinata con determinazione n. 556/DG del 16/12/2002 della Direzione Generale della Pianificazione Territoriale e della Vigilanza Edilizia della Regione Sardegna.

Dalla consultazione della cartografia pubblicata sul sito istituzionale del comune, tutta l'area sulla quale insiste il cantiere di Casiddu, nonché il suo ampliamento richiesto tramite la presente relazione progettuale, ricade su aree perimetrate come **ZONE "E2"**: Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva o caratterizzate dalla presenza di attività agricole varie. Dall'analisi dell'area emerge che la significativa rocciosità affiorante e la presenza elevata di cespugli di rovi la rende inadatta all'attività del pascolo brado che, pertanto, viene effettuata solo sporadicamente. Inoltre, nelle zone sub pianeggianti, a causa della presenza del sottostante giacimento di bentonite, si formano dei ristagni di acqua piovana che limitano e condizionano lo sviluppo e la produzione di essenze erbose naturali o assistite, necessarie per l'alimentazione del bestiame. Peraltro, la zona, essendo adiacente al cantiere minerario attivo, anche per questioni di sicurezza non viene adibita ad alcuna attività diversa da quella mineraria.

Stante quanto sopra, nulla osta la realizzazione dell'ampliamento di cui all'oggetto.

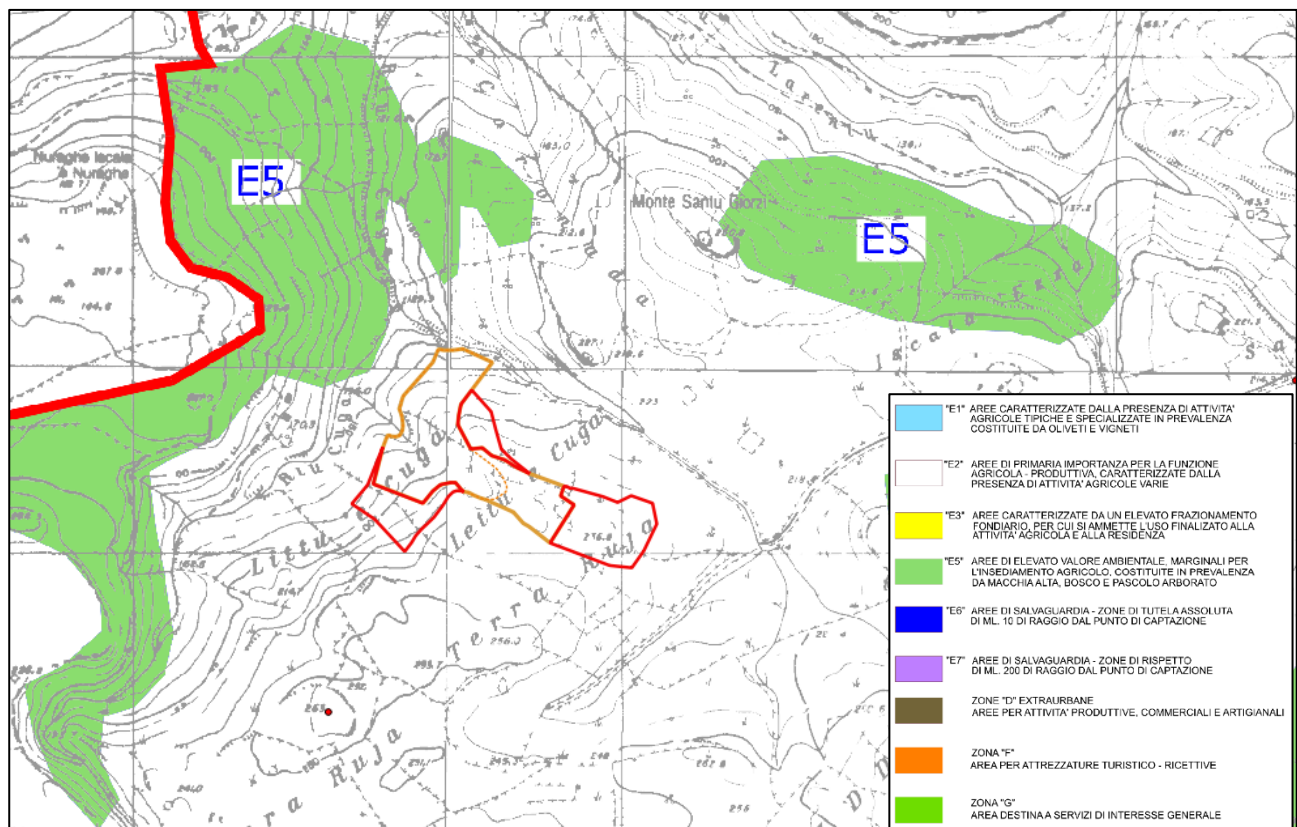


Figura 7 - Stralcio PUC del comune di Ittiri

4.5 Strumenti di pianificazione in materia di Attività Minerarie

La Concessione mineraria per l'estrazione di minerali di prima categoria viene rilasciata dalla Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato dell'Industria, Servizio delle Attività Estrattive, ai sensi del Regio decreto 1443 del 1927 (Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno).

Il Regio decreto, è stato recepito con la legge regionale sarda numero 15 del 1957, che disciplina le attività di miniera (materiali di 1a categoria facenti parte del patrimonio indisponibile della Regione).

La competenza in materia di attività di miniere e di cave è esclusivamente attribuita, dall'articolo 18 lettera b), della legge regionale sarda numero 1 del 1977, al Servizio Attività Estrattive dell'Assessorato Regionale all'Industria.

In tale norma primaria, è implicita la caratteristica fondamentale dell'appartenenza del giacimento al patrimonio indisponibile dello Stato o della Regione e il preminente interesse pubblico, per cui il proprietario del fondo, rimane in posizione del tutto subordinata: la valorizzazione della risorsa avviene quindi attraverso il regime di concessione all'imprenditore minerario, che, a seguito di specifica valutazione, risulti idoneo.

Con l'articolo 8 della legge regionale 9 agosto 2002 numero 15 e s.m.i. (Concessioni minerarie e autorizzazioni di cava), sono state introdotte norme che hanno avuto un impatto notevole nel governo del settore. Infatti, sino all'emanazione di una normativa per la disciplina dell'attività mineraria e di cava, i permessi di ricerca, le concessioni minerarie e le autorizzazioni di cava possono essere rilasciate dall'Amministrazione regionale previa intesa con il comune territorialmente competente espressa in conformità con la pianificazione urbanistica comunale o, in assenza di questa, previa delibera del Consiglio comunale assunta con la maggioranza dei componenti assegnati. L'intesa deve essere espressa entro sessanta giorni dal ricevimento dell'istanza; trascorso tale termine il procedimento prescinde dall'intesa.

Con delibera numero 47 del 5 ottobre 2005, la giunta regionale ha approvato il testo della nuova legge (Disciplina delle attività estrattive) che tende ad aggiornare, oltre che la disciplina introdotta dalla Legge regionale numero 30 del 1989 sulle attività di cava, anche il Regio decreto numero 1443 del 1927. Tutto ciò al fine di conseguire un uso equilibrato e corretto delle risorse, a tutela dei beni ambientali, paesaggistici e della difesa del suolo, tenendo conto della rilevanza socio-economica delle attività estrattive.

La pianificazione in materia di attività estrattive è attuata mediante il Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE).

Per ciò che concerne i recuperi ambientali la legge numero 221 del 1990 ha previsto, all'articolo 9, che i titolari di permessi di ricerca o di concessione di coltivazione devono provvedere al riassetto ambientale delle aree oggetto dell'attività di ricerca o di coltivazione. Successivamente a tale disposizione, è intervenuta numerosa legislazione comunitaria e nazionale in attuazione della salvaguardia dell'ambiente; tali norme sono applicate alla procedura afferente il rilascio dei titoli minerari.

4.5.1 Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE)

La pianificazione delle attività estrattive è stata introdotta nella normativa regionale dalla legge regionale n. 30 del 7 giugno 1989, che le attribuisce le finalità di strumento di programmazione del settore e di preciso riferimento operativo. La legge richiede al piano regionale delle attività estrattive, PRAE, di indicare gli obiettivi e le strategie del settore, i mezzi per il loro conseguimento, nonché l'individuazione delle aree da destinare ad attività estrattiva, in armonia ed in coordinazione con la tutela dell'ambiente e nel rispetto della pianificazione paesistica regionale.

Il PRAE deve quindi recepire il quadro di prescrizioni indirizzi e di definizione e individuazione dei relativi ambiti territoriali, posto dal PPR e o dalla normativa regionale, statale e comunitaria in tema di tutela ambientale e paesaggistica. Obiettivo specifico del PRAE è, in coerenza con il piano paesaggistico regionale, il corretto uso delle risorse estrattive, in un quadro di salvaguardia dell'ambiente e del territorio, al fine di soddisfare il fabbisogno regionale di materiali di cava per uso civile e industriale e valorizzare le risorse minerarie (prima categoria) e i lapidei di pregio (materiali seconda categoria uso ornamentale), in una prospettiva di adeguate ricadute socioeconomiche nella regione sarda. In altre parole, obiettivo del PRAE è il conseguimento nel breve medio periodo di un migliore livello di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'attività estrattiva.

Il PRAE è fondamentalmente un piano di tipo regolatorio, è costituito da prescrizioni e indirizzi, rivolti agli operatori del settore e agli enti competenti nelle funzioni di programmazione, governo e controllo delle attività estrattive di prima e seconda categoria, finalizzati a conseguire obiettivi specifici di sviluppo sostenibile del settore estrattivo.

Sono da privilegiarsi gli interventi che prevedono l'estrazione di materiali per uso industriale e, quindi, funzionali a un processo produttivo di filiera.

Il PRAE, ha definito uno schema di zonizzazione del territorio nei confronti dell'attività estrattiva che classifica il territorio in due ambiti:

- Nel primo ambito "ambito ostativo" ricadono le aree in cui non è consentita l'apertura di nuove attività estrattive di cava; ossia le aree interessate dalla presenza di atti di pianificazione sovraordinata, da piani settoriali di valenza regionale, da vincoli di legge o da zone omogenee definite dagli strumenti urbanistici comunali vigenti che prevedono il divieto di apertura di nuove attività estrattive di cava;
- Nel secondo ambito "ambito procedurale" ricadono le aree in cui l'apertura di nuove attività estrattive può essere consentita ai sensi delle leggi vigenti, previa acquisizione da parte dei soggetti interessati delle relative autorizzazioni rilasciate dagli organi competenti; si tratta delle aree interessate dalla presenza di atti di pianificazione sovraordinata, da piani settoriali di valenza regionale, da vincoli di legge che prevedono norme condizionanti l'attività estrattiva.

In Figura 8 si riporta uno stralcio del PRAE per l'area di interesse.

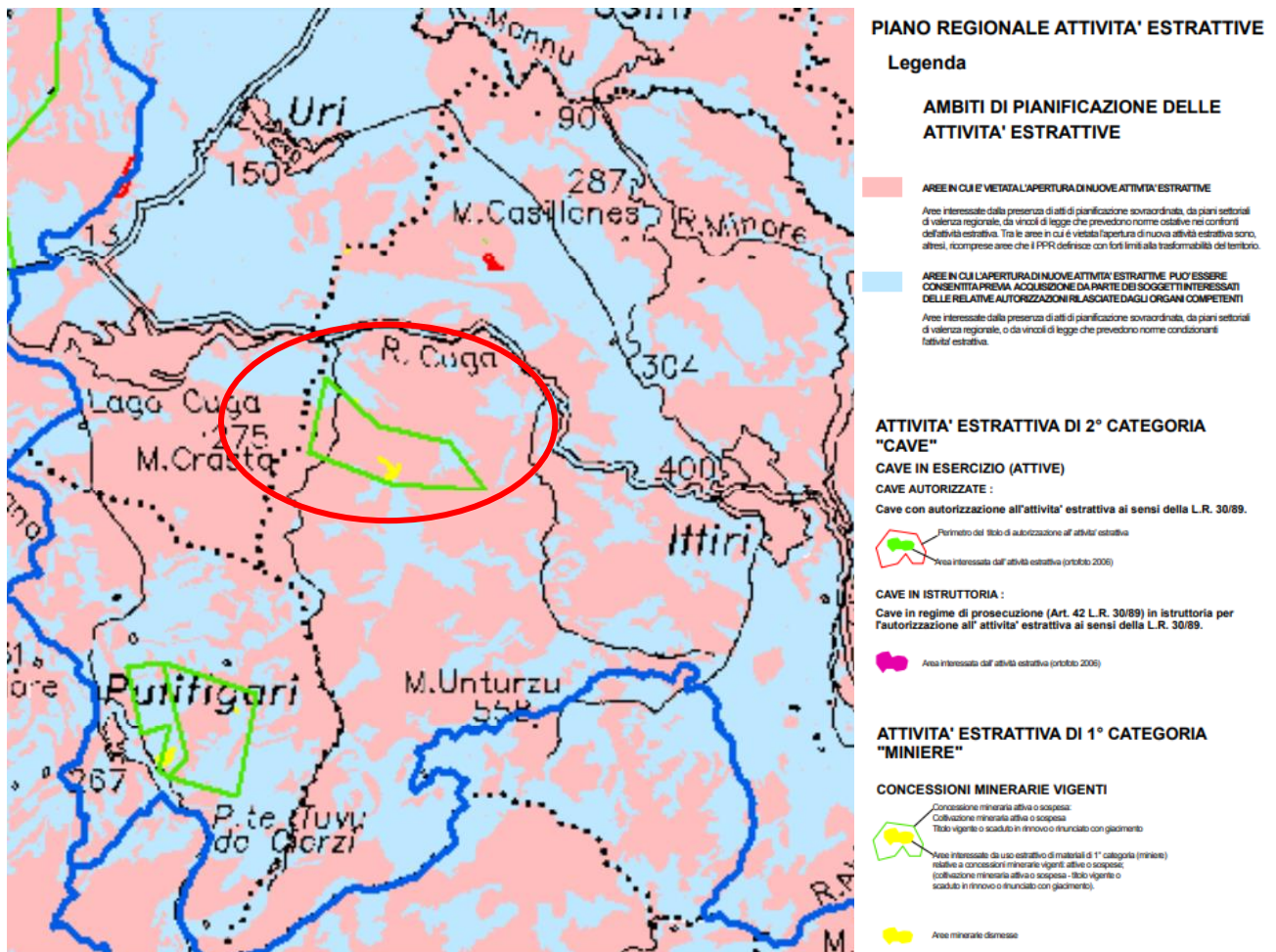


Figura 8 - Stralcio cartografia PRAE - Ambiti di Pianificazione delle Attività Estrattive (Fonte: Sito Istituzionale RAS)

L'area richiesta in ampliamento col presente progetto di coltivazione e ripristino ricade all'interno di una concessione mineraria già sottoposta a valutazione di compatibilità rispetto agli strumenti di pianificazione settoriale.

5 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

5.1 Geologia dell'area vasta

L'area in valutazione fa parte del bacino del Logudoro, geologicamente un semi-graben orientato NNW, che si estende dall'altopiano di Campeda a sud fino alla zona di Ittiri e Ploaghe a nord.

Strutturalmente caratterizzato da una tettonica distensiva che è legata alla presenza di una serie di faglie dirette sia nel margine occidentale che in quello orientale. Al suo interno sono si sono accumulati sia depositi di ambiente di sedimentazione transizionale che più francamente marino che hanno ricoperto parzialmente il substrato di età cenozoica costituito da vulcaniti di epoca terziaria (aquitaniense-burdigaliano).

Il riempimento di questo graben è costituito da tre sequenze stratigrafiche principali:

- la più antica è rappresentata da vulcaniti del Miocene inferiore e relative epiclastiti (1° ciclo tettono-sedimentario oligo-miocenico);
- la seconda sequenza è una successione sedimentaria costituita alla base da sedimenti clastici grossolani tipici di ambiente alluvionale, da conoide prossimale a delta, che passano a calcari litorali e sabbie, seguiti da siltiti e marne arenacee epibatiali (2° ciclo tettono-sedimentario oligo-miocenico). Questa seconda sequenza ha un'età che va dal Burdigaliano superiore fino al Langhiano, poggia in discordanza sulle sottostanti vulcaniti ed epiclastiti ed è interrotta superiormente da una superficie erosiva;
- una terza sequenza deposizionale (3° ciclo tettono-sedimentario oligo-miocenico) che arriva fino al Tortonian-Messiniano, costituita da sabbie fluvio-marine e da calcari di piattaforma interna (Mazzei & Oggiano, 1990).

Le faglie NNW che strutturano i diversi sub bacini non affiorano con continuità: in genere si configurano come ristrette zone di taglio più che come singole superfici e, spesso, sono state riattivate a più riprese, sia durante l'evoluzione dei bacini miocenici che nel Pliocene.

L'area in oggetto è profondamente caratterizzata dalla presenza di prodotti vulcanici di età terziaria e di età quaternaria. Il vulcanismo oligo miocenico che ha interessato la parte occidentale della Sardegna, è rappresentato principalmente da prodotti in facies ignimbrica (chimismo prevalente intermedio).

Tali espandimenti, mettendosi in posto su originario paleo valli, le hanno protette dai fenomeni di erosione ed oggi rappresentano gli altri morfologici locali. La geologia dell'area vasta, comprendente l'area di progetto, è la seguente:

Quaternario	
a	SEDIMENTI LEGATI A GRAVITÀ HOL-HOL A221 Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
b	SEDIMENTI ALLUVIONALI HOL-HOL A222 Depositi alluvionali. OLOCENE
b2	SEDIMENTI LEGATI A GRAVITÀ HOL-HOL A221 Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
ba	SEDIMENTI ALLUVIONALI HOL-HOL - A222 Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
Cenozoico	
CUG	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DEL CUGA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, saldati, con fiamme nerastre. BURDIGALIANO
CZS	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI CANDELAZZOS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, prevalentemente non saldati, di colore grigio-violaceo. BURDIGALIANO
FGU	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI SA FUNTANEDDA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, fortemente saldati, con pomici nerastre. BURDIGALIANO
MLO	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI VILLANOVA MONTELEONE. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riolacitico, da saldati a mediamente saldati, con strutture vitroclastiche e/o eutassiche, con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Am, Bt, raro Qtz in potenti
SSU	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI SU SUERZU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre. BURDIGALIANO
TEU	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI SA TEULA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, prevalentemente poco saldati, di colore grigiastro, con pomici brune. BURDIGALIANO
UMM	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI MONTE MIALE SPINA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro, con marcata tessitura eutassica. BURDIGALIANO
UMP	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI MONTE SAN PIETRO. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, non saldati, di colore bianco-rosato, a chimismo riolitico-riolacitico, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am, Qtz. BURDIGALIANO
UUI	DISTRETTO VULCANICO DI CAPO MARARGIU BURO-BURO 8222 UNITÀ DI URI. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, variamente saldati, grigiastri, ricchi in frammenti illici e cristalli liberi, (40Ar/39Ar 18,95±0,07 Ma: Gattacceca et alii, 2007). BURDIGALIANO
RESa	SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL LOGUDORO-SASSARESE BUR3-BUR3 8211 Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcarei, calcari bioclastici fossiliferi. Calcarei nodulari a componente terigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostréidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcarei inferiori" Auct.). Ambiente
RESb	SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL LOGUDORO-SASSARESE BUR3-BUR3 8211 Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Adara-Mores). Am
RESc	SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL LOGUDORO-SASSARESE BUR3-BUR3 8211 Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Alla base della formazione di Mores, conglomerati quarzosi fossiliferi. Ambiente litorale. BURDIGALIANO SUP.

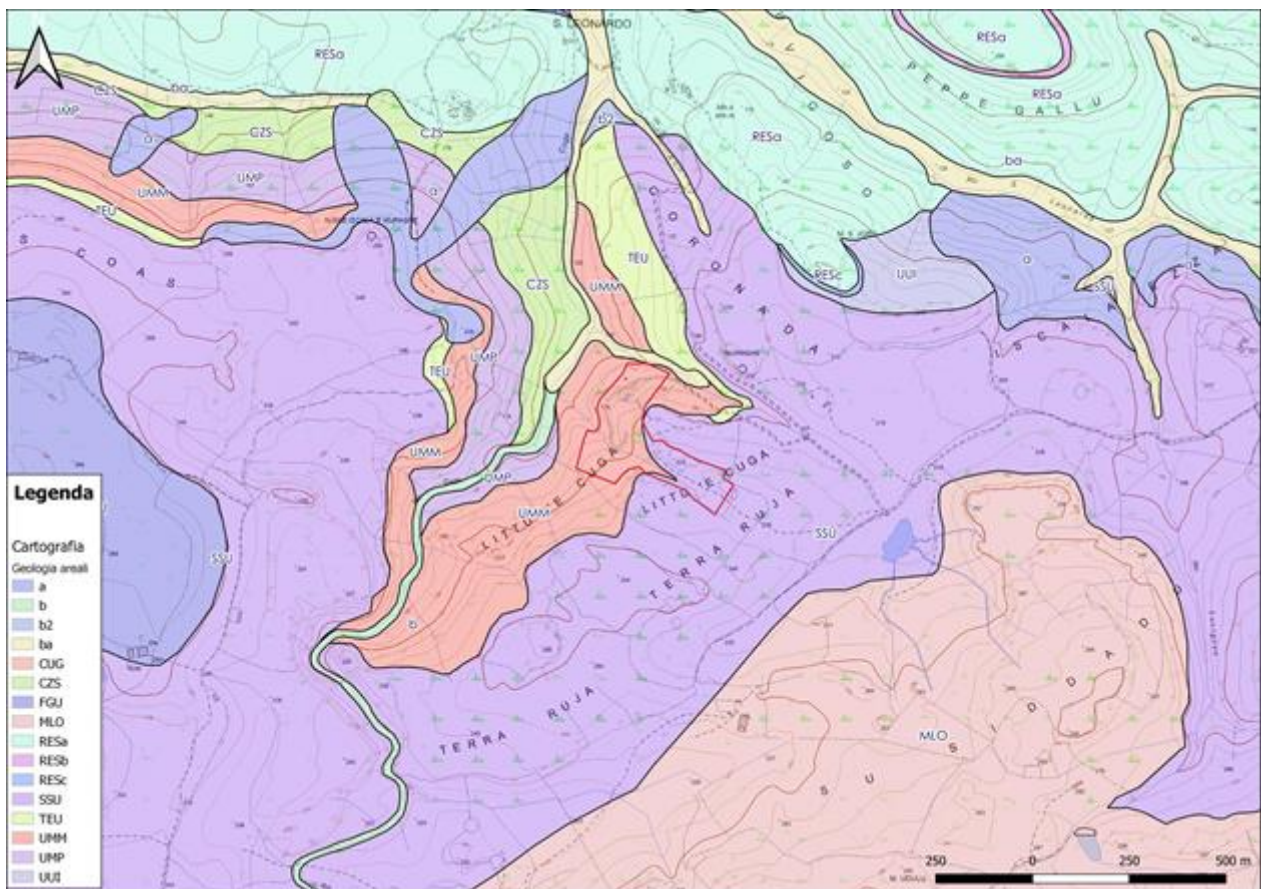


Figura 9 - Stralcio della carta geologica della zona in studio (Sardegna mappe)

L'assetto geologico di questa relazione è fondamentalmente rappresentato dai depositi di flusso piroclastico, pomiceo-cineritici, sovente fortemente saldati, di colore prevalentemente rossastro, di età cenozoica terminale (BURDIGALIANO) associati ai fenomeni vulcano esplosivi di tipo ignimbrico. In particolare l'area di coltivazione viene interessata dalle Unità di Suerzu per la sua parte centro orientale e dall'Unità di Miale Spina per la parte occidentale.

Tali orizzonti, quando si verificano fenomeni di rielaborazione, possono dare origine a depositi di materiali argillosi a prevalente componente mineralogica montmorillonitica (bentoniti).

Le bentoniti sono state ritrovate in zone appartenenti a diverse epoche geologiche, ma più abbondantemente in strati dell'era cenozoica e terziaria, nel cosiddetto cretaceo dell'era mesozoica, o nel giurassico, ma raramente in strati dell'epoca paleozoica.

La loro genesi viene attribuita ad un processo di devettrificazione e parziale decomposizione in ambiente acquoso di ceneri vulcaniche vetrose e tufi, con allontanamento di una parte della silice, seguita dalla cristallizzazione della montmorillonite, la cui composizione chimica è governata dal chimismo dell'acqua nella quale le ceneri vulcaniche sono depositate.

La tettonica a livello locale gioca quindi un ruolo molto importante sia nella genesi che nella maturazione dei complessi bentonitici.

La tettonica dell'area è caratterizzata dalla presenza di due sistemi di faglie: il primo ha andamento NE-SO ed è rappresentato da faglie distensive che ribassano la parte settentrionale dell'area studiata, con rigetti di alcune decine di metri, il secondo sistema ha andamento NO-SE, ed è rappresentato da faglie dirette con rigetti verticali stimati in 20-30 m e una componente orizzontale di alcune centinaia di metri.

5.2 Geomorfologia dell'area vasta

L'area di progetto di ricerca ricade interamente all'interno del complesso sedimentario e vulcanico del Logudoro, caratterizzato da un ambiente geomorfico di tipo collinare, con altimetria media intorno ai 400 m. s.l.m.; le creste possono superare i 550 metri, con valori medi attestanti attorno ai 480-500 metri, mentre il fondo valle è caratterizzato da valori di altitudine medi attorno ai 330-350 metri.

Localmente si evidenzia un valore della acclività da media ed alta, in funzione dei litotipi affioranti, sovente in bancate, e dei prodotti del loro disfacimento che si accumulano in colti di ricoprimento.

In via generale si evidenzia che la geomorfologia del settore è il risultato della combinazione dei differenti processi, endogeni ed esogeni, e come è normale in ultima istanza dipende dalla struttura geologica locale.

Questa si intende sia come l'insieme delle caratteristiche mineralogico-petrografiche delle rocce, sia come giacitura e diversa competenza che esse oppongono in termini di resistenza, agli agenti del modellamento.

La dinamica morfologica è strettamente legata alle alternanze litologiche ed alle vicende tettoniche e magmatiche che hanno interessato l'area.

La regolarità delle paleosuperfici presenti che, per motivi tettonici e giacaturali si presentano come alti strutturali, è alternata alle forme maggiormente arrotondate delle vulcaniti. Il contatto tra le due superfici è spesso marcato da brusche rotture di pendio, acclività più elevate, gradini e locali scarpate di faglia ben conservate.

L'analisi della successione geologico – morfologica evidenzia che nell'immediato intorno le rotture di pendio più evidenti si notano in corrispondenza delle bancate vulcaniche più resistenti. In corrispondenza della zona di intervento tali forme sono comunque evidenti in corrispondenza degli affioramenti vulcanici sottostanti le coltri detritiche ed alluvionali. Nell'ambito delle vulcaniti i processi geomorfologici maggiormente rappresentativi sono legati al ruscellamento diffuso e incanalato.

5.3 Stratigrafia dell'area di interesse

La sequenza geologica locale, ricostruita attraverso l'analisi dei sondaggi precedentemente effettuati, può essere schematicamente riportata come segue (dal basso verso l'altro):

- Flusso pomiceo cineritico, di età Oligocene inf., con intercalazioni epiclastiche, rari livelli vetrosi rossastri e livelli ignimbrici spessi fino a 10 metri;
- Flusso piroclastico ignimbrico rosso – violaceo, ben saldato con livello vitrofirico, talvolta scoriaceo e con fiamme sottili, presenta talora livelli tufacei. La potenza varia da 10 a 15 metri e la sua età è attribuita all'Oligocene – Miocene;
- Flusso pomiceo – cineritico, di colore grigio chiaro, con frammenti litici. Spesso nella sommità presente un livello piroclastico. Lo spessore è di 50 metri, l'età Oligocene – miocene;

- Flusso piroclastico ignimbrítico saldato, di colore rosso violaceo, presenta fiamme bianche fino a 20 cm e livelli coriacei. Alla base la piroclastite è saldata, nera, vetrosa con frammenti litici ed intercalati livelli tufacei discontinui. Il suo spessore massimo è di 80 metri e la sua giacitura è sub orizzontale con immersione a NNE. Questo flusso è quello che presenta la maggior parte dei livelli argillificati.
- Flusso piroclastico pomiceo – cineritico, poco coerente, discordante con la sottostante successione vulcanica. Questa formazione del miocene inferiore, spesso 15 m circa, la meno rappresentata dell'area ed è inserita tra i calcari e la serie vulcanica sottostante;
- Conglomerati e bio calcareniti alternate a sabbie Mioceniche che ricoprono la serie vulcanica;
- Copertura detritica ed alluvionale recente.

I livelli bentonitici si rinvencono all'interno delle serie ignimbrítiche e dei depositi di flusso pomiceo - cineritici ad esse intercalate. Dalle osservazioni fatte durante i rilievi geologici si è potuto notare che la bentonite si rinviene in banchi di forma lenticolare allungati parallelamente alle faglie presenti nella zona. In tutti i sondaggi dove è stata trovata la sequenza ignimbríti – bentonite - ignimbrite si è osservato un progressivo aumento della bentonite all'interno delle fratture fino alla completa disgregazione della roccia e conseguente aumento dell'argilla.

La presenza di un litotipo ignimbrítico per spessori di circa 15 – 20 mt separato dai banchi mineralizzati comporta la necessità di eseguire considerazioni in merito alle caratteristiche geomeccaniche. Tali considerazioni saranno oggetto di apposito studio di stabilità dei versanti in configurazione finale di ripristino al termine delle lavorazioni.

6 ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI

Dal punto di vista idrologico l'area in questione è caratterizzata dalla presenza di un importante bacino artificiale costituito dal Lago Rio Cuga e Nuraghe Attentu ottenuto mediante lo sbarramento del Rio Cuga.

Dal punto di vista degli elementi idrici superficiali l'area si caratterizza per la presenza di due principali corsi d'acqua:

- Il Rio Luvigoso, con scorrimento in direzione SE – NW;
- Il Rio Cuga, con scorrimento in direzione Sud – Nord.

Il Rio Luvigoso non è interessato dalla coltivazione del cantiere Casiddu in quanto, il suo bacino idrografico, risulta essere dallo stesso separato dalla formazione del Monte Santu Giorzi, mentre il Rio Cuga rappresenta per l'area in valutazione il riferimento idrico di base, cioè il livello di afflusso delle acque drenate nel bacino idrogeologico di riferimento.

Il Rio Cuga ha un bacino prevalentemente impostato sui litotipi vulcanici e sulle successioni sedimentarie sia mesozoiche che terziarie, a diverso carattere di permeabilità. Drena le acque sia di ruscellamento, che quelle che riemergono con le sorgenti per contrasto di permeabilità nel complesso delle diverse formazioni geologiche locali.

Presenta tipologia sub-dendritica in corrispondenza dei substrati maggiormente impermeabili che caratterizzano il settore medio-apicale del bacino nel suo tratto meridionale e solo nel tratto posto a Nord del medesimo, dove si sovrappongono sedimenti maggiormente permeabili, il corso d'acqua si presenta con andamento più regolare e privo di particolari affluenti.

Il corso d'acqua ha un andamento fortemente dipendente dall'entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con piene durante le stagioni piovose e alveo pressoché asciutto o con minimo deflusso durante le stagioni siccitose estive.

Dalla analisi idrogeologica specifica si comprende che il territorio in questione costituisce un complesso ben caratterizzato ma relativamente semplice, in funzione dei suoi aspetti geomorfologici.

In generale la parte impermeabile o scarsamente permeabile del bacino è costituita dai livelli argillificati e bentonitici della successione vulcanica oligo-miocenica.

Il complesso sedimentario, sia carbonatico che arenaceo, presenta invece una permeabilità media per fratturazione e carsismo (nei litotipi carbonatici) e per porosità nelle arenarie e sabbie con $10^{-3} < k < 10$ cm/sec.

Anche i sedimenti alluvionali presenti, così come tutti i sedimenti colluviali e detritici quaternari presentano una permeabilità medio-alta per porosità.

Per quanto attiene le acque sotterranee, sia dalle trivellazioni condotte che dalla documentazione estratta dalle diverse sezioni geoelettriche realizzate, non si è evinta la presenza di una falda superficiale.

Probabilmente anche in virtù degli importanti strati bentonitici presenti. Cautelativamente è buona norma prevedere di lasciare un franco argilloso sul fondo dello scavo al fine di proteggere il medesimo da eventuali ingressioni.

Dal punto di vista idrogeologico sia le vulcaniti che i soprastanti depositi cineritico pomicei alterati e argillificati possono essere definiti sostanzialmente impermeabili.

La loro definizione però è differente in quanto le vulcaniti (banchi ignimbrici) possono essere dotate di permeabilità secondaria.

Questa condizione è legata al meccanismo di messa in posto di tali litologie effusive, spesso accompagnato dalla creazione di sistemi di fratture che caratterizzano principalmente la parte sommitale della sequenza.

La permeabilità in questi casi è legata alla possibilità dell'acqua di circolare nelle fratture inoltre le fratture presentano spesso superfici + o – argillificate che riducono la permeabilità secondaria e quindi il valore di potenziale accumulo idrico è funzione diretta del sistema di dislocazioni presenti; si può definire più dettagliatamente tale concetto attraverso i valori di persistenza (frequenza e numero di famiglie di fratture presenti) e di spaziatura (distanza tra le superfici della frattura).

Le coltri vulcaniche cineritico pomicee normalmente mostrano valori di permeabilità bassissima, ricadenti nel campo di variabilità delle argille, valore ancora più realistico nel caso di alterazione delle stesse con conseguente processo di argillificazione bentonitica.

Si riporta di seguito una schematizzazione estratta dalla Carta della Permeabilità dei substrati della Sardegna disponibile come cartografia geotematica consultabile sul geoportale Sardegna Mappe.

L'idrografia superficiale del territorio in esame, di evidente impostazione legata alla tettonica, vede la presenza di brevi rii e torrenti la cui portata è strettamente legata al tipo ed alla intensità delle precipitazioni. Queste situazioni provocano piene nei torrenti in occasione delle prime piogge autunnali e massimi di portata nei mesi di febbraio-marzo.

L'andamento del reticolo idrografico, in stretta relazione con l'assetto tettonico e la natura dei litotipi dominanti (vulcaniti), si presenta nel complesso omogeneo, caratterizzato da un andamento dendritico di tipo anastomizzato e subordinatamente sub-parallelo, anche se talora le principali strutture tettoniche guidano i corsi d'acqua secondo direzioni alternative sub-angolari.

26

Dalla analisi idrogeologica specifica si comprende che il territorio in questione costituisce un complesso ben caratterizzato, relativamente semplice in funzione dei suoi aspetti geomorfologici.

In generale la parte impermeabile o scarsamente permeabile del bacino è costituita dai livelli argillificati e bentonitici della successione vulcanica oligo miocenica.

Localmente si identificano sostanzialmente due bacini secondari con i loro corsi d'acqua confluenti nel livello idrico di riferimento locale, il Rio Cuga. Si tratta dei fiumi censiti nel reticolo idrografico della Sardegna denominati:

- 090033_FIUME_80184 (n° Strahler 01);
- 090033_FIUME_83671 (n° Strahler 02).

In entrambi i casi si tratta di modesti impluvi a carattere stagionale, lievemente differenti per classificazione ai sensi del numero d'ordine di Strahler ma sostanzialmente classificabili come compluvi torrentizi di relativa importanza. Non sono presenti problematiche legate a fenomeni di potenziale esondazione ai sensi del PAI della Sardegna.

Il Rio "83671" noto anche come "Nidu de su Corvu" non produce effetti significativi sulle progettazioni in oggetto mentre il Rio "80184" insiste internamente alle aree di cantiere.

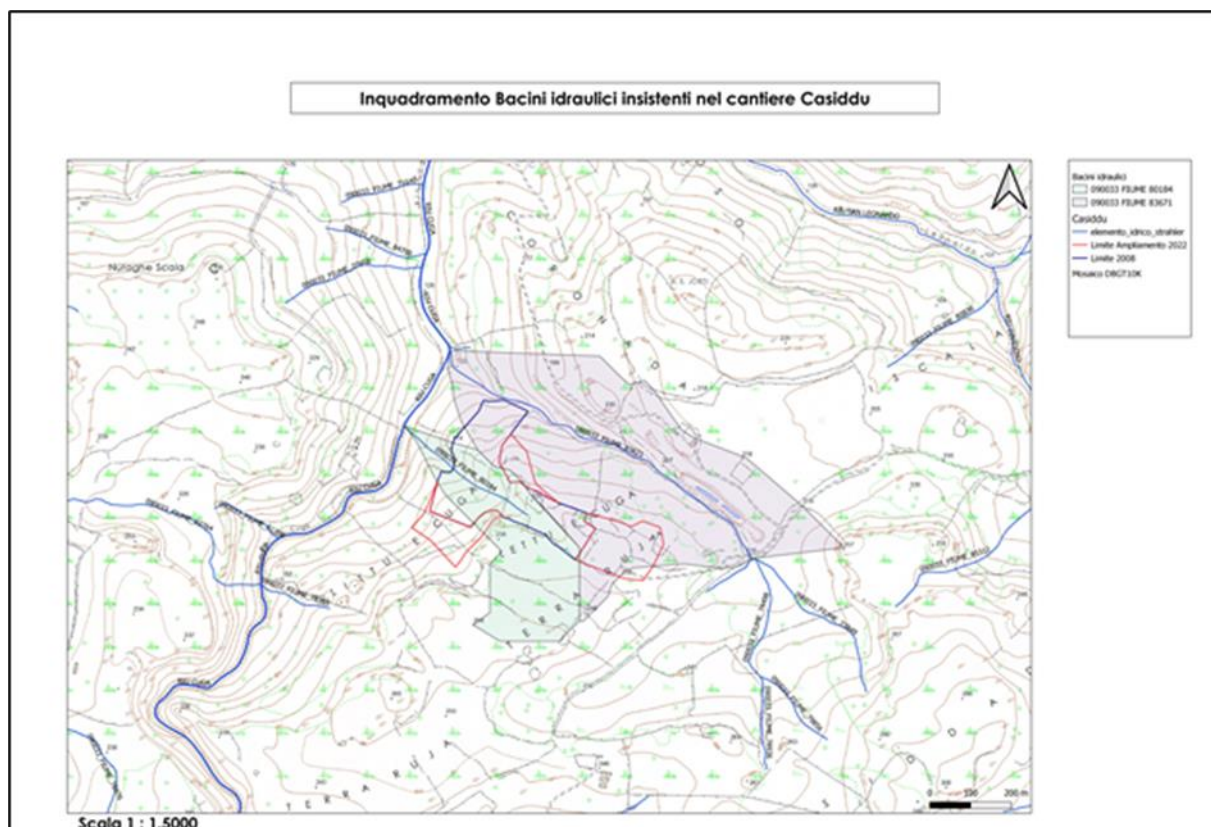


Figura 11 - Bacini idrografici minori nell'area di cantiere

In particolare si mette in evidenza che, sulla base delle considerazioni di carattere idrologiche e idrauliche, sussistano le motivazioni per definire come corso d'acqua non

significativo, ai sensi dell'art 30 comma 6 delle Norme di attuazione del PAI (Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico Unico Regionale), il Rio "FIUME_80184".

Scendendo ulteriormente nel dettaglio del presente lavoro, in merito alla gestione idrologica dell'area si opererà come di seguito illustrato:

1. La gestione delle acque meteoriche insistenti sull'area di cantiere verrà attuata, in fase di recupero ambientale post coltivazione, attraverso la realizzazione di una canalizzazione di raccolta e deflusso che si raccorderà con la linea di impluvio immettendo tali acque nel Rio Cuga.
2. In fase di coltivazione la gestione delle acque meteoriche insistenti all'interno del cantiere di coltivazione avverrà attraverso la realizzazione di una vasca di decantazione. Tale opera, realizzata in terra sul fondo scavo, sarà dimensionata in funzione delle esigenze operative di cantiere e in modo da consentire adeguata decantazione del materiale solido in sospensione.
3. Per la corretta regimazione delle acque di precipitazione, le bancate di coltivazione saranno dotate di opportune canalette di scolo che consentiranno il deflusso delle acque. Nella parte sommitale del cantiere sarà realizzato un fosso di guardia atto a raccogliere le acque provenienti da monte per convogliarle successivamente nella rete idrografica locale.

Gli elementi di dimensionamento sono contenuti negli allegati (04 RCI 24 - Relazione Calcoli Idraulici) o sono assunzioni derivanti dalla ricezione di prescrizioni operative ai fini di autorizzazioni pregresse:

- SAVI prot. N. 43879 in data 22/12/2006 - Caratteristiche tecniche e criteri di dimensionamento delle opere di controllo del ruscellamento superficiale e di mitigazione del trasporto solido, riferite sia alla fase di esercizio sia alla fase di recupero;

Si rimanda alle tavole di dettaglio allegate al progetto di ampliamento per le planimetrie ed i particolari d'opera.

7 INDAGINI E CARATTERISTICHE DELLE RISORSE MINERALI

La società Argillitti vanta una lunga storia conoscitiva del sito in esame. Durante gli anni, infatti, l'estrazione e la ricerca mineraria hanno consentito alla società di sfruttare intensamente i giacimenti bentonitici nel comune di Ittiri e di progettare l'apertura e/o l'ampliamento dei cantieri minerari in maniera accorta e ponderata.

7.1 La bentonite

La bentonite è un minerale di I° categoria, trattasi un'argilla "Nobile" contenente fillosilicati a reticolo espandibile, ad alta resistenza termica. La genesi dei giacimenti di bentonite, può essere varia, anche se si ritiene, come la più attendibile, quella della sua derivazione dall'alterazione idrotermale di ceneri vulcaniche e ignimbriti.

Più in generale viene chiamato con detto nome commerciale una serie di argille naturali caratterizzate dalla capacità di assorbire acqua rigonfiando. Il componente principale della bentonite è la montmorillonite: un minerale argilloso appartenente alla classe dei fillosilicati chiamati smectiti. Nella bentonite la montmorillonite si accompagna sempre ad altri minerali argillosi (come caolino, mica, illite, etc.) e non argillosi (come quarzo, feldspato, calcite e gesso). La presenza o meno di questi minerali può influenzare la qualità della bentonite e renderla più o meno idonea per determinate applicazioni. Allo stato naturale la bentonite grezza è una roccia tenera friabile ed untuosa di colore variabile.

Il peso specifico a secco varia a seconda della qualità e va da 2,2 a 2,8 g/cm³. Il peso specifico apparente della bentonite scavata ed ammassata allo stato di umidità naturale è compreso tra 1,5 e 1,8 g/cm³. Il peso specifico apparente dei prodotti macinati varia a seconda della finezza di macinazione ed è normalmente compreso tra 0,7 e 0,9 g/cm³.

Le varie bentoniti possono essere ricondotte ad una struttura elementare comune, tuttavia esistono notevoli differenze tra tipo e tipo, sia relativamente alla costituzione chimica che allo stato fisico dei costituenti, che ne accentuano o meno le proprietà verso un particolare indirizzo tecnologico. Il costituente montmorillonitico è caratterizzato da un aggregato di particelle di forma lamellare, riunite in pacchetti legati da forze elettrochimiche e contenenti acqua di interposizione.

La quantità e la qualità delle basi scambiabili sono un importante elemento di distinzione dal punto di vista chimico di una bentonite: in particolare si distinguono le bentoniti calciche e le bentoniti sodiche, a seconda che il catione scambiabile predominante sia rispettivamente il calcio o il sodio. Le bentoniti calciche, i cui giacimenti sono più diffusi nel

mondo, risultano caratterizzate da una minore capacità di idratazione e rigonfiamento rispetto alle bentoniti sodiche.

La distribuzione giacimentologica in campo Nazionale è limitata a pochi giacimenti economicamente e qualitativamente utilizzabili; la loro esistenza è, strettamente legata alla contemporanea presenza di rocce vulcaniche cenozoiche, e spesso in rapporto ad affioramenti di tufi vulcanici.

L'analisi statistica - giacimentologica mostra che sono state ritrovate in zone appartenenti a diverse epoche geologiche, ma più abbondantemente in strati dell'era cenozoica e terziaria, nel cosiddetto cretaceo dell'era mesozoica, o nel giurassico, ma raramente in strati dell'epoca paleozoica. La loro genesi viene, in generale, attribuita ad un processo di devettrificazione e parziale decomposizione in ambiente acquoso di ceneri vulcaniche vetrose e tufi, con allontanamento di una parte della silice, seguita dalla cristallizzazione della montmorillonite, la cui composizione chimica dipende da quella dell'acqua nella quale le ceneri vulcaniche sono cadute.

Nel territorio italiano, i principali giacimenti economicamente utilizzabili di questo importante minerale sono concentrati prevalentemente in Sardegna, con limitati accumuli in Puglia, ed in Veneto.

Le principali potenzialità minerarie di bentonite sono concentrate in Sardegna, nelle zone centro e nord-occidentale, localizzate nei territori di Trinità, Uri, Olmedo, Putifigari, Ittiri, Sassari, Plaghe, Busachi ed Oristano. Al Sud si hanno significativi ritrovamenti di bentonite presso Piscinas, Portoscuso, Sant'Antioco e Carbonia.

Per le sue straordinarie peculiarità la bentonite trova molteplici possibilità di utilizzo, gli stessi spaziano in diversi settori: industriale, perforazioni petrolifere, ingegneria civile, farmaceutico, enologico, zootecnico, etc.

Insostituibili caratteristiche tecnologiche rendono la bentonite componente essenziale e di primaria importanza nella preparazione di sabbie e terre per fonderia per le fusioni a stampo in acciaio, alluminio e sue leghe, magnesio e le sue leghe, e di altri metalli leggeri.

Il minerale in questione, inoltre, è particolarmente utilizzato nel campo, della preparazione dei fanghi di perforazione, e trivellazioni dei pozzi petroliferi profondi. In particolare la distribuzione d'utilizzo del prodotto sardo è la seguente:

- 62% l'industria sidero-metallurgica;
- 30% è stato destinato al mercato delle lettieri per animali;

- 8% altri impieghi minori sono stati il ceramico, il refrattario e il cartario.

Altri impieghi che al momento non sono stati indicati come commercialmente rilevanti sono le produzioni di cementi, le zeoliti di sintesi, i granulati espansi per l'industria delle costruzioni, il settore ceramico, l'industria dei detersivi e delle creme cosmetiche.

Lo sviluppo dell'attività estrattiva, è sospinta dalla buona qualità del grezzo Sardo, e dal favorevole andamento del mercato nazionale ed internazionale, attualmente in fase di espansione.

Una remota possibilità di limitazione del gradimento commerciale del prodotto Sardo, potrebbe derivare dalla concorrenza internazionale, attivata da paesi in via di sviluppo, che grazie ai bassi costi di estrazione e della mano d'opera, dell'assenza totale di vincoli di qualsiasi natura, possono aggredire i diversi mercati a prezzi di vendita generalmente più bassi. Si veda in Figura 10 il grafico relativo alla produzione mondiale di bentonite. Dal grafico si può anche notare che l'Ucraina è un importante produttore di bentonite (125'000 t/anno); l'inasprirsi dei rapporti tra Russia e Ucraina che sono drammaticamente sfociati in un conflitto militare armato nel Febbraio del 2022, hanno fortemente alterato i mercati Europei, costringendo le stesse nazioni dell'area euro a ricercare nuovi giacimenti entro i propri confini nazionali o incrementare le produzioni sui cantieri già attivi, dando nuovo slancio anche alle realtà locali.

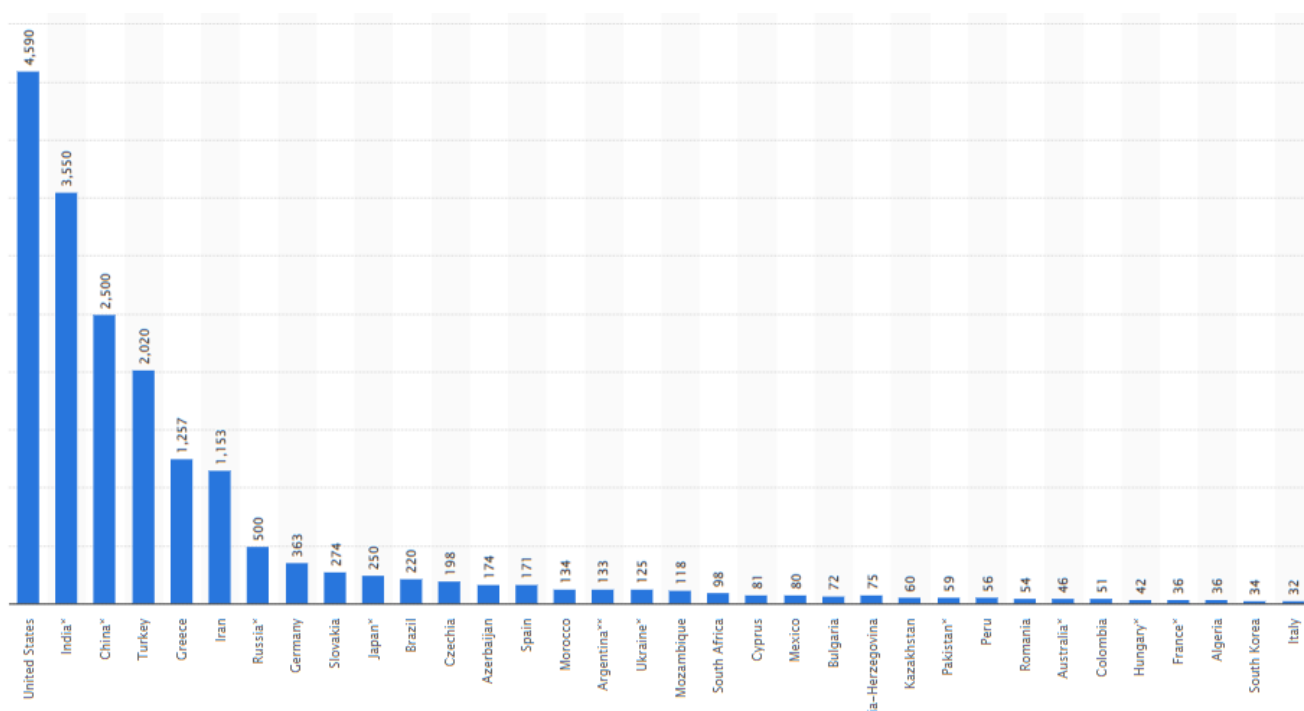


Figura 12 - Produzione mondiale di bentonite nel 2021 in migliaia di tonnellate (Fonte statista.com)

Attualmente vi è una forte richiesta di bentonite in campo nazionale, in quanto l'Italia è debitrice verso l'estero per gli approvvigionamenti di bentonite, che importa in grande quantità come prodotti grezzi e semi lavorati, sia per i propri fabbisogni interni, che per la successiva esportazione, previa trasformazione.

In Italia esistono diversi impianti per la lavorazione della bentonite e la sua verticalizzazione produttiva, i più importanti dei quali sono concentrati in Sardegna, localizzati nel centro e nel meridione dell'isola (Oristano, Sulcis-Iglesiente, Cagliari).

7.2 I campioni analizzati

I campioni precedentemente prelevati ed analizzati presso i laboratori della Società Argilliti sono stati classificati con criteri messi a punto in funzione delle caratteristiche produttive degli impianti nei quali il materiale doveva essere lavorato e in accordo alle specifiche commerciali richieste dal mercato.

Visto che il principale settore di applicazione del prodotto è la fonderia sono stati assunti come parametri guida per la definizione della qualità la coesione (c) e l'assorbimento al blu di metilene (mb) i cui valori limite adottati sono:

$$c \geq 7,5 \text{ N/cm}^2$$

$$mb \geq 390 \text{ mgr/gr}$$

Sulla base dei suddetti parametri di riferimento i campioni analizzati sono stati raggruppati in tre categorie:

- Categoria A: $c \geq 7,5 \text{ N/cm}^2$ e $mb \geq 390 \text{ mgr/gr}$
- Categoria B: $c \geq 7,5 \text{ N/cm}^2$ e $mb < 390 \text{ mgr/gr}$ o anche: $c < 7,5 \text{ N/cm}^2$ e $mb \geq 390 \text{ mgr/gr}$
- Categoria C: $c < 7,5 \text{ N/cm}^2$ e $mb < 390 \text{ mgr/gr}$

In Figura 11 sono riportati i valori di coesione e assorbimento del blu di metilene per i campioni analizzati, è immediata l'identificazione delle qualità dei singoli campioni.

Di queste la categoria A è considerata idonea, la categoria B è considerata accettabile a seconda del contesto stratigrafico nel quale si trova il campione e la categoria C non è idonea agli impieghi previsti. Campioni appartenenti alla categoria B possono essere accettati quando, nel contesto stratigrafico, si trovano associati ad altri di categoria A; al contrario quando sono associati a campioni di categoria C devono essere scartati. Come si può facilmente desumere dal grafico, i campioni prelevati dal cantiere Casiddu risultano essere per la maggior parte di buona qualità A o B associati ad A.

I principali settori di applicazione dei prodotti, in ordine d'importanza, sono la fonderia di ghisa, prodotti assorbenti (in particolare le lettiere), le costruzioni, gli additivi industriali. Il minerale estratto nella miniera di Sa Pigada Bianca viene impiegato prevalentemente in fonderia collocandosi nella fascia medio alta del mercato.

Un ulteriore settore di applicazione sul quale la Società sta portando avanti studi e ricerche è quello del recupero della bentonite non idonea per la fonderia ma utilizzabile sul mercato regionale in particolare per la produzione di materiali assorbenti che possono essere utilizzati da impianti posti nel sud della Sardegna.

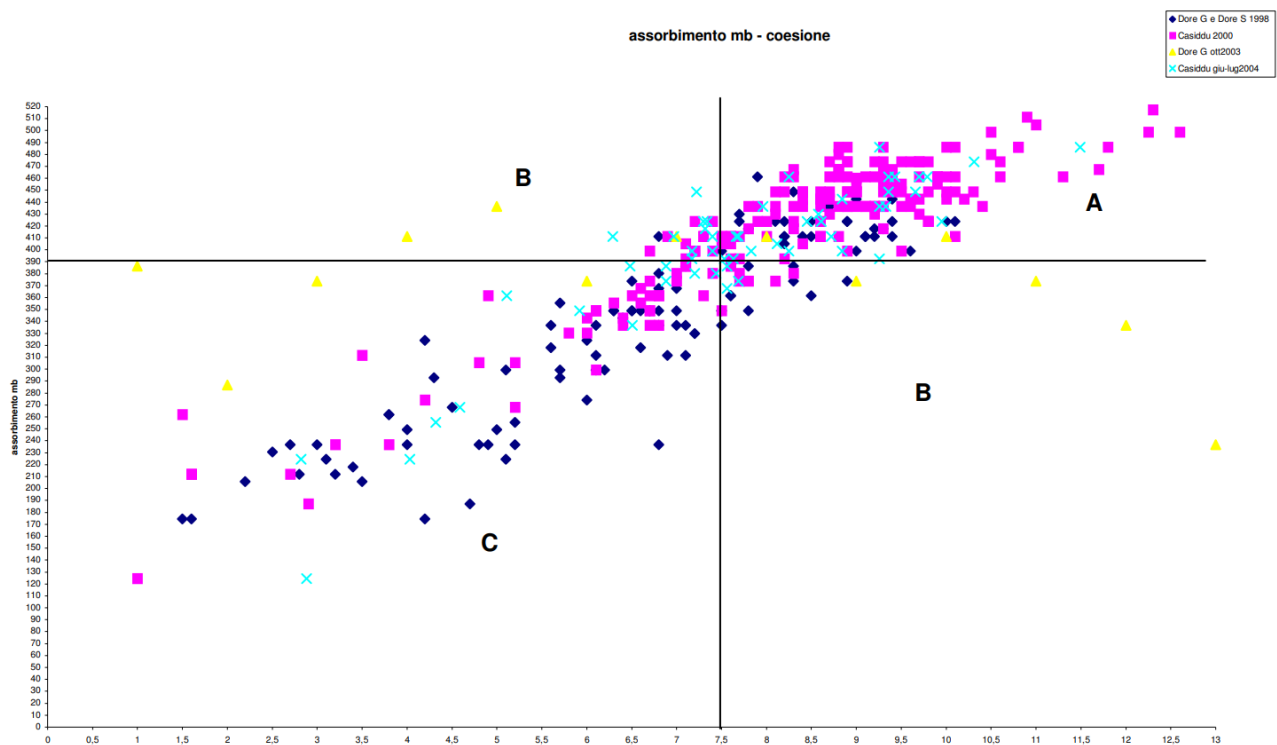


Figura 13 - Analisi dei campioni di "Sa Pigada Bianca"

8 PIANO DI COLTIVAZIONE

8.1 Obbiettivi e parametri di progetto

Il presente progetto viene redatto a integrazione e completamento del precedente progetto di coltivazione del cantiere Casiddu (concessione mineraria Sa Pigada Bianca) da cui derivano i principali parametri tecnici e per il quale, con delibera n 24/25 del 23 aprile 2008, l'Assessorato difesa ambiente – Regione Sardegna rilasciava giudizio positivo di compatibilità ambientale.

I precedenti studi svolti dalla società Argilliti, individuarono in Casiddu un giacimento avente una consistenza totale di 550'000 t di bentonite. Viste però le scelte strategiche dell'Azienda e la sommaria conoscenza della stratigrafia del giacimento, dal calcolo dei volumi risultarono coltivabili solo 290'000 t, circa il 53% del totale. Con una produzione annua pari a 30'000 t, la vita del cantiere "Casiddu" veniva stimata in 11 anni, con decorrenza nell'anno 2008.

Con la presente richiesta di ampliamento si stima di poter arrivare a sfruttare circa il 70% dell'intero giacimento estraendo un totale di 412'000 t di bentonite, circa 120'000 t in più rispetto alla precedente autorizzazione.

Mantenendo inalterata la produzione annua di 30'000 t si prevede una vita utile del cantiere Casiddu di 15 anni.

Come evidenziato in premessa, il progetto di coltivazione si pone anche l'obiettivo di sanare alcuni sconfinamenti avvenuti per ragioni di sicurezza, rispetto ai limiti precedentemente autorizzati. Dall'analisi dell'immagine in Figura 14 (sx), si può facilmente notare uno sconfinamento in prossimità del limite Nord –Est del Cantiere, con arretramento per circa 50 m in direzione Nord e di circa 65 m in direzione Est dei gradoni. Qui il fronte, prevalentemente costituito da materiale roccioso e privo di interesse commerciale, è stato riprofilato per permettere di proseguire le lavorazioni di estrazione in completa sicurezza e sanare alcune situazioni di instabilità dei fronti. Sempre per motivazioni legate alla messa in sicurezza del fronte si è reso necessario, anche sul limite Sud, procedere ad un intervento di messa in sicurezza dei versanti che ha provocato uno sconfinamento in detta direzione di circa 28 m.

Il presente progetto intende quindi presentare la proposta di ampliamento del Cantiere Casiddu, al fine di consentire l'integrale sfruttamento del giacimento bentonitico e, nel contempo, di includere entro l'area di coltivazione quelle zone oggetto di sconfinamento,

rispetto a quanto già approvato, per necessità legate al mantenimento dei criteri di sicurezza in cantiere.

Il progetto di coltivazione in esame viene predisposto nell'ottica di ottenere materiali con determinate caratteristiche qualitative, minimizzando i costi di produzione, e garantendo al contempo la sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi. Inoltre si pone l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto visivo durante la fase di coltivazione, razionalizzando il metodo di coltivazione in modo tale da poter effettuare gli interventi di recupero ambientale contestualmente alla fase di estrazione del minerale, con il massimo risultato estetico ed il minor costo.

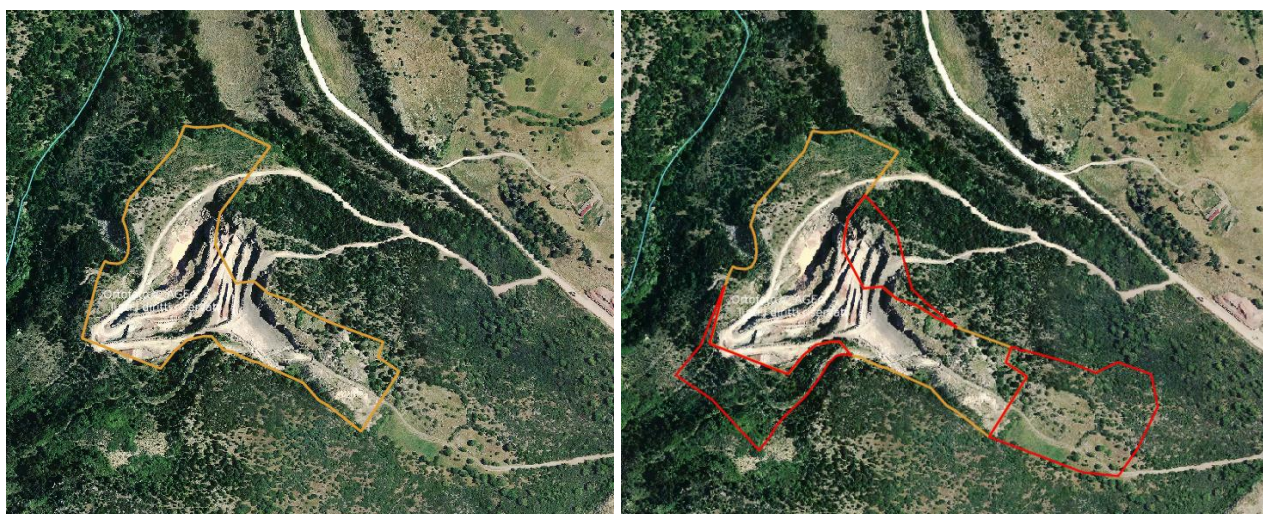


Figura 14 - A sinistra limite area di scavo autorizzata nel 2008; a destra, in rosso, gli ampliamenti richiesti con la presente

L'ampliamento della coltivazione presso il Cantiere "Casiddu" ricalca i principali parametri tecnici del progetto autorizzato.

L'attenta valutazione dell'area di studio e della geometria del cantiere, dei vincoli e delle caratteristiche dei litotipi, ha permesso di elaborare un progetto di ampliamento in grado di ottemperare alle differenti necessità emerse:

- messa in sicurezza degli attuali fronti a NE e a S,
- sfruttamento delle riserve,
- disponibilità di superfici prossime allo scavo e necessarie per lo stoccaggio del materiale non immediatamente utilizzabile per le operazioni di recupero ambientale contestuale alla fase di estrazione.

Dai cantieri estrattivi della Concessione Mineraria "Sa Pigada Bianca" verranno estratte complessivamente circa 45'000 t/anno di cui 30'000 t/anno dal cantiere "Casiddu", oggetto del presente progetto di ampliamento, e 15'000 t/anno dal cantiere "Dore".

Il progetto di coltivazione e recupero ambientale verrà sviluppato con continuità operativa a partire dallo stato attuale e coprirà con le produzioni previste un arco temporale di circa 15 anni.

La superficie del Cantiere attualmente autorizzata è pari a 6.03 Ha con circa 1,16 Ha in cui sono stati già attuati gli interventi di recupero ambientale.

Gli ampliamenti richiesti con la presente comprendono un'area di circa 4.46 Ha, per un totale complessivo di circa 10.49 Ha.

La coltivazione sarà organizzata in 3 fasi/lotti successivi più una fase finale di completamento delle operazioni di recupero ambientale.

Il riepilogo dei volumi di minerale e di sterile da estrarre sono riportati nella tabella in Figura 15. Come da progetto approvato, per la valutazione dei volumi commercializzabili si è considerato un rapporto sterile-minerale di 3:1.

Nei paragrafi seguenti verranno descritti nel dettaglio la metodologia di estrazione, le macchine operatrici da utilizzarsi, l'organizzazione dei lavori di ripristino e la gestione dei rifiuti minerari, le tempistiche, i costi di gestione e dei margini operativi.

Concessione Mineraria Sa Pigara Bianca" - Ampliamento Cantiere "Casiddu"														
Comune di Ittiri (SS) - Società Argillitti srl														
Calcolo superfici e volumi														
Situazione	Durata Attività [anni]	Superficie operativa	Attività di estrazione e Collivazione								Attività di Recupero Ambientale			
		Area [m²]	Volumi di sterro [m³]	Volumi di Riporto [m³]	Volumi estratti [m3]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m³]	Minerale [m³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m³]	Area recuperata [m2]	Materiale necessario per recupero [m³]	Sterile per recupero [m³]	Terra vegetale per recupero [m³]
Fase 1	5,1	37.302	337.397		337.397	3:1	252.086	84.349	151.829	962	1.045	16.397	16.084	314
Fase 2	4,9	57.250	328.290		328.290	3:1	244.232	82.073	147.731	1985,1	8.499	192.403	190.167	2.236
Fine coltivazione	3,7	69.957	249.957		249.957	3:1	184.344	62.489	112.481	3123,6	36.999	409.468	400.918	8.550
Sub. Tot. Estrazione					915.644		680.663	228.911	412.040	6.070				
Recupero Finale	1,3	92.313		88.267	88.267						45.770	88.267	83.536	4.731
Sub. Tot. Recupero Ambientale											92.313	706.535	690.705	15.831

Figura 15 - Calcolo dei volumi e delle superfici interessate dal progetto

8.2 Metodo di Coltivazione

Il metodo di coltivazione adottato sarà quello per gradoni multipli con arretramento del fronte di scavo. Il metodo prevedrà la realizzazione per fasi e il recupero contestuale alle attività estrattive. I parametri progettuali dei gradoni, salvo diversa indicazione della direzione dei lavori, avranno altezza massima pari a 6 m, pedata minima 5 m, angolo di scarpata massimo pari a 65°. Tali parametri vengono scelti in funzione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi e delle analisi di stabilità effettuate. scelti in funzione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi e delle analisi di stabilità effettuate. Occasionalmente, in caso di presenza di ammassi rocciosi particolarmente competenti, in alternativa a tale metodologia preferenziale di coltivazione potrà essere necessario l'uso di esplosivo.

Il metodo di lavorazione scelto consente l'utilizzo di mezzi meccanici ordinari idonei alla movimentazione delle terre, tipo escavatrice idraulica che può essere utilizzata per l'abbattimento dello strato sterile, per l'estrazione della bentonite e per il carico dei dumpers adibiti al trasporto all'interno della miniera.

Per l'esecuzione dei lavori di coltivazione, articolati su un turno per cinque giorni lavorativi alla settimana, la Società Argillitti ha adottato una struttura operativa snella e funzionale: il direttore dei lavori e il sorvegliante rimangono consulenti interni alla società, i lavori di escavazione e movimentazione del materiale sono invece affidati ad una ditta terza che opera in cantiere con 4-5 addetti tra cui:

- n° 2 escavatoristi
- n° 2 autisti
- n° 1 palista

I mezzi che si intende utilizzare per l'esecuzione dei lavori minerari sono i seguenti:

- n° 2 escavatori cingolati da 250 HP con benna da roccia (1 mc) e da carico (2,5 mc), con disponibilità di martello demolitore;
- n° 1 Pala Gommata da 190 HP e benna da 3 mc;
- n° 3 dumper o similari (motrice 4 assi) da 18 mc e 330 HP.

Il trasporto al porto d'imbarco e/o agli impianti di trasformazione avverrà con "bilici" da 30 a 40 t.

Norme comuni sulla coltivazione dei vari cantieri minerari

La disponibilità di diverse aree di estrazione e i mezzi di movimentazione di buona mobilità ed adattabili a diverse configurazioni di cantiere, assicurano il ciclo produttivo, sempre preordinato all'applicazione di metodi di lavoro razionali e in condizioni di sicurezza.

Preparazione dell'area di coltivazione

Trattandosi di un cantiere esistente e di un ampliamento che prevede di interessare aree contigue a quelle già in esercizio, le azioni di preparazione saranno notevolmente limitate: verranno implementate le piste di accesso al fronte di coltivazione e, se necessario, i piazzali di manovra dei mezzi, verranno realizzate le opere di captazione e regimazione delle acque di ruscellamento superficiale, sarà implementata la recinzione perimetrale delle nuove aree di scavo e verrà apposta idonea cartellonistica. Per i dettagli si rimanda alle allegate tavole progettuali.

Fase di coltivazione e ripristino

Le fasi di estrazione vera e propria saranno articolate secondo la sequenza di seguito illustrata:

1. Scavo del terreno vegetale, se esistente, e suo stoccaggio nelle aree identificate per le varie fasi, principalmente ubicate nell'area a E e a S. Questa operazione consente sia di limitare i costi per l'eventuale fornitura di terra vegetale ex novo durante la fase di ripristino, sia di salvaguardare la risorsa.

L'accantonamento temporaneo del terreno vegetale dovrà essere effettuato tenendo conto dei seguenti accorgimenti:

- in fase di estrazione dovranno essere distinti i vari orizzonti pedogenetici;
 - il terreno vegetale dovrà essere preservato dall'azione dell'erosione e dall'assalto della vegetazione infestante mediante la semina della sua superficie;
 - nella realizzazione dei cumuli di stoccaggio particolare cura dovrà essere riposta nell'evitare di compattare il terreno sciolto.
2. Coltivazione dell'argilla mediante escavatore cingolato avendo cura di separare i vari livelli con caratteristiche mineralogiche differenti. L'estrazione dovrà essere eseguita per arretramento dei fronti di scavo garantendo sempre il rispetto dei parametri progettuali imposti (alzata/pedata/angolo di scarpa).
 3. Il minerale argilloso, una volta estratto, verrà caricato sui mezzi di trasporto e destinato, in funzione della tipologia/qualità:
 - agli impianti di lavorazione siti nel Sulcis per la produzione di lettiere (argilla di argilla di elevata qualità di assorbimento, argilla di alta capacità refrattaria);

- al porto di Porto Torres per un utilizzo in fonderia (argilla di elevata resistenza termica);
- Agli stabilimenti per l'utilizzo nel settore ceramico.

Qualora vi fosse l'esigenza di ottenere una particolare miscela commerciale il minerale verrà trasportato nell'adiacente Cantiere Dore.

4. Lo sterile estratto durante la fase di coltivazione potrà essere in quota parte riutilizzato per colmare lo scavo e procedere con l'attuazione del progetto di recupero ambientale contestuale alla coltivazione stessa. Il materiale che non potrà essere immediatamente utilizzato per la sistemazione morfologica, per questioni legate all'operatività ed alla geometria del cantiere, potrà essere accantonato temporaneamente nelle aree situate a Sud (prima fase di lavoro) e ad Est rispetto all'area di estrazione per il suo utilizzo durante le operazioni di ripristino nelle successive fasi operative.

I parametri tecnici e produttivi che si prevede di ottenere in Cantiere sono i seguenti:

Produzione bentonite	16'600 mc/anno
Movimentazione sterile	49'500 mc/anno
Giornate lavorative	160 d/anno
Produttività	413 mc/giorno
Personale	5 unità
Produttività manodopera	82,6 mc/uomo/d

In realtà la miniera sarà organizzata in maniera molto flessibile, considerata anche la presenza del vicino cantiere Dore avente una produzione media annua di circa 15'000 t di bentonite, con rotazione continua della manodopera nelle varie posizioni di lavoro, e con possibilità di operare a campagne programmate sfruttando principalmente il periodo asciutto per la coltivazione ed il restante per il carico e le operazioni di ripristino.

Regimentazione delle acque

La rete di regimazione idrica attualmente presente nel cantiere estrattivo dovrà essere implementata per permetterne l'adeguamento e la copertura nelle nuove aree di ampliamento.

Per evitare che le acque di ruscellamento superficiale esterne al cantiere possano venire a contatto con le aree interessate dai lavori di estrazione, ai margini delle stesse e così come previsto nelle allegate tavole di progetto, verranno realizzati nuovi canali di guardia o estesi quelli esistenti.

Le acque di dilavamento superficiale ricadenti all'interno dell'area di cantiere verranno raccolte in apposite vasche realizzate in opera all'interno dello scavo; tali vasche hanno il duplice scopo di raccogliere le acque e consentire la decantazione del materiale presente in sospensione in modo tale da eliminare il trasporto solido. Dalle vasche, se necessario, una pompa provvederà a edurre l'acqua chiarificata (per sedimentazione) per convogliarla attraverso una tubazione nel canale che conduce al Rio Cuga.

Le bancate saranno dotate di opportune canalette di scolo, ricavate nelle pedate dei gradoni, che consentiranno l'allontanamento e convogliamento dell'acqua verso la fossa di fondo scavo.

Per le zone in cui non esiste una configurazione dei lavori a fossa, che consente la decantazione delle acque nella vasca di fondo scavo prima della restituzione alla rete idrografica naturale, saranno realizzate una o più vasche di raccolta e sedimentazione tali da consentire un deflusso di acque limpide.

Si rileva che sino ad oggi, non è mai stato necessario recapitare le acque sedimentate nel Rio Cuga.

Per ulteriori dettagli sul sistema di regimazione idraulica di cantiere si faccia riferimento all'allegata "Relazione Idrologica e Idraulica".

8.3 Descrizione delle fasi operative

In termini areali e temporali il progetto di ampliamento è impostato su tre fasi consecutive definite in funzione della priorità nell'esecuzione dei lavori di messa in sicurezza del sito e, sulla base della geometria dello scavo, dalla possibilità di attuazione di un recupero contestuale ai lavori di estrazione.

Stante quanto sopra i lavori partiranno dal settore NE, proseguiranno con direttrice NE-SW e, nell'ultima fase i fronti arretreranno verso S-E.

Il progetto prevede complessivamente l'estrazione di:

- Circa 230'000 mc di minerale;

- Circa 680'000 mc di sterile (interamente riutilizzato per il recupero ambientale del sito);
- Circa 6'000 mc di terra vegetale (da riutilizzarsi interamente per le operazioni di recupero ambientale unitamente a quella già presente in situ e derivante dalle precedenti operazioni di scotico).

Si riporta di seguito il dettaglio delle fasi operative previste.

8.3.1 Prima fase da 1 a 5 anni (Rif. Tav.3)

La prima fase dei lavori prevede la messa in sicurezza dei fronti di coltivazione del settore NE e l'ampliamento ed approfondimento dell'attuale scavo di base secondo quanto descritto di seguito:

- Arretramento in direzione NE del fronte instabile con conseguente messa in sicurezza della parete con creazione di una gradonatura stabile tra la quota 158 mslm e 212 mslm; il livello minimo previsto per la fossa di base (158 mslm) risulta superiore rispetto al limite già autorizzato nel progetto approvato (154 mslm) e garantisce un adeguato franco necessario per ricavare delle vasche di raccolta della rete interna di regimazione delle acque nel banco argilloso. Nell'area a SE rispetto allo scavo verranno predisposti idonei spazi di manovra ricavati per arretramento del gradone avente quota 218 mslm e raccordati a monte mediante il gradone avente quota di base pari a 224 mslm.
- Coltivazione con arretramento della gradonatura nel settore centrale da quota 182 mslm a quota 212 mslm in direzione S e SE, e successivo approfondimento con creazione della gradonatura da quota 182 mslm a 168 mslm;
- Regimazione idraulica.

Durante questa fase si andrà ad operare su aree già coltivate o fortemente degradate, di conseguenza le operazioni preliminari di scotico e recupero del terreno vegetale saranno notevolmente limitate.

Il prospetto riepilogativo riportante le superfici operative interessate dai lavori e le volumetrie dei materiali estratti relativi alla prima fase è riportato di seguito:

Attività di estrazione e Coltivazione (5 anni)								
Situazione	Durata Attività [anni]	Area operativa [m ²]	Volumi estratti [m ³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m ³]	Minerale [m ³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m ³]
Fase 1	5,1	37.302	337.397	3:1	252.086	84.349	151.829	962

Per quanto riguarda le operazioni di recupero, le stesse saranno avviate non appena ultimate le operazioni di coltivazione e messa in sicurezza del settore NE, e procederanno contestualmente alle operazioni di coltivazione estendendo l'area attualmente già recuperata a partire da NE secondo la direttrice N-S.

Si provvederà a riempire progressivamente il vuoto di coltivazione mediante apporto e costipamento degli sterili, da fondo scavo sino alla creazione di un pianoro avente quota di circa 182 mslm.

Lo sterile non immediatamente utilizzabile per le operazioni di ritombamento dello scavo e per la sistemazione morfologica verrà temporaneamente accantonato nelle apposite aree di stoccaggio indicate nelle allegate tavole progettuali.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante la prima fase operativa sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (5 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
1.045	16.084	314

8.3.2 Seconda fase da 5 a 10 anni (Rif. Tav.4)

La seconda fase dei lavori prevede sostanzialmente l'arretramento della gradonatura impostata durante la prima fase verso il settore SW; nel dettaglio le attività riguarderanno:

- Rimozione di eventuali esemplari arborei di interesse e spostamento degli stessi nelle vicine aree di recupero;
- Rimozione della copertura pedologica nell'area S di ampliamento e messa a giorno del giacimento;
- Estensione verso S della coltivazione impostata nella prima fase con n. 7 gradoni (da 158 mslm a 200 mslm) aventi altezza massima pari a 6 m, pedata minima 5 m, angolo di scarpata massimo pari a 65°. A quota 200 mslm, al fine di diminuire la pendenza media del pendio ed aumentare il coefficiente di stabilità globale, la gradonatura verrà spezzata mediante la realizzazione di una doppia pedata (minimo 10 m). Le attività di coltivazione e messa in sicurezza della parte sommitale del cantiere procederanno mediante creazione ed arretramento dei gradoni compresi tra la quota 200 mslm e 218 mslm;
- Regimazione idraulica.

Il prospetto riepilogativo riportante le superfici operative interessate dai lavori e le volumetrie dei materiali estratti relativi alla seconda fase è riportato di seguito:

Attività di estrazione e Coltivazione (10 anni)								
Situazione	Durata Attività [anni]	Area operativa [m ²]	Volumi estratti [m ³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m ³]	Minerale [m ³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m ³]
Fase 2	4,9	57.250	328.290	3:1	244.232	82.073	147.731	1.985

Le operazioni di recupero procederanno contestualmente a quelle di coltivazione; verrà completata la sistemazione morfologica del pianoro a NE con un assetto sub pianeggiante (pendenza inferiore ai 10°), ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonato, cui seguiranno inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

Lo sterile non immediatamente utilizzabile per le operazioni di ritombamento dello scavo e per la sistemazione morfologica verrà temporaneamente accantonato nelle apposite aree di stoccaggio indicate nelle allegate tavole progettuali.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante la seconda fase operativa sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (10 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
8.499	190.167	2.236

8.3.3 Terza fase da 10 a 13,5 anni (Rif. Tav.5)

La terza fase dei lavori prevede l'ultimazione delle operazioni di coltivazione con arretramento dei fronti nella parte di monte e direttrice NW-SE, ed il completamento della sistemazione e recupero ambientale della parte W del cantiere; nel dettaglio le attività riguarderanno:

- Rimozione di eventuali esemplari arborei di interesse e spostamento degli stessi nelle vicine aree di recupero;
- Rimozione della copertura pedologica nelle aree di ampliamento e messa a giorno del giacimento;

- Estensione verso SE della coltivazione impostata nelle fasi precedenti, con arretramento del fronte avente quota di base pari a 194 mslm e creazione del piazzale di manovra a quota 200 mslm;
- Arretramento, sino ai limiti previsti per il cantiere, della gradonatura costituita nella sua massima estensione da n. 6 gradoni (da 200 mslm a 230 mslm) e raccordo con la circostante morfologia;
- Regimazione idraulica.

Il prospetto riepilogativo riportante le superfici operative interessate dai lavori e le volumetrie dei materiali estratti relativi alla terza fase è riportato di seguito:

Attività di estrazione e Coltivazione (13,5 anni)								
Situazione	Durata Attività [anni]	Area operativa [m ²]	Volumi estratti [m ³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m ³]	Minerale [m ³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m ³]
Fine coltivazione	3,7	69.957	249.957	3:1	184.344	62.489	112.481	3.124

Le operazioni di recupero procederanno contestualmente a quelle di coltivazione; verrà completata la sistemazione morfologica dell'intero pianoro di base, ripristinato lo strato di copertura sfruttando la terra vegetale precedentemente accantonata, cui seguiranno inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

Il recupero ambientale verrà inoltre eseguito anche sulla scarpata perimetrale posta sul lato S-SE e N-NE del cantiere. La sistemazione morfologica delle scarpate perimetrali verrà eseguita mediante riprofilatura dei fronti di coltivazione e posa in opera di sterile opportunamente compattato. Seguiranno il ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonata, l'inerbimento e la piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

La conformazione finale delle scarpate, ottenuta riutilizzando lo sterile estratto durante le fasi di coltivazione, prevede un raccordo il più possibile integrato con l'ambiente circostante e la creazione di un pendio avente una pendenza media con valori di circa 30°.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante la terza fase operativa sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (13,5 anni)
--

Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
37.000	400.918	8.550

8.3.4 Recupero Finale da 13,5 a 15 anni (Rif.Tav.6)

Questa fase sarà dedicata esclusivamente all'ultimazione delle opere di recupero finale del sito ed al rifacimento di eventuali fallanze presenti, pertanto non sono previste operazioni di coltivazione.

Le operazioni di recupero ambientale finale prevedono:

- Completamento della sistemazione morfologica del compluvio ottenuto alla base della scarpata perimetrale nel settore SE, ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonato, cui seguiranno inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.
- Completamento del recupero ambientale sulle scarpate perimetrali nel settore SE; la sistemazione morfologica verrà eseguita mediante riprofilatura dei fronti di coltivazione e posa in opera di sterile opportunamente compattato; seguiranno ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonata, inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi. La conformazione finale delle scarpate, ottenuta riutilizzando lo sterile estratto durante le fasi di coltivazione, prevede un raccordo il più possibile integrato con l'ambiente circostante e la creazione di un pendio avente una pendenza media con valori di circa 30°;
- Completamento delle opere di regimazione idraulica.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante questa ultima fase sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (15 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
45.770	83.536	4.731

8.4 Gestione degli Sterili prodotti

Durante la prima fase di cantiere, le lavorazioni partiranno da una coltivazione in fossa già presente, che dovrà essere ulteriormente approfondita, previo allargamento della gradonatura perimetrale, per poter sfruttare i livelli bentonitici situati più in basso rispetto all'attuale quota di fondo scavo ed offrire sufficienti spazi di manovra al piede.

Stante quanto sopra, nella prima fase del cantiere solo una minima parte del totale degli sterili prodotti potrà essere utilizzata direttamente nella fase di ritombamento del vuoto minerario creato. Infatti dal calcolo dei volumi di sterro e riporto il materiale direttamente riutilizzato ammonta a circa 16'083 mc a fronte di 252'086 mc di sterile prodotto durante l'estrazione del minerale. La quota parte inutilizzata dovrà necessariamente essere temporaneamente stoccata nelle due aree disponibili a SE e a S del cantiere.

Durante la seconda fase, la coltivazione si estenderà in arretramento principalmente in direzione SW. Al termine di questa fase si prevede di aver prodotto un totale di 244'232 mc di sterile e di averne messo in posto per il recupero progressivo dell'area a nord circa 190'167 mc, con un riutilizzo diretto pari a circa l'80 % del totale prodotto in questa fase.

Nella terza fase, la coltivazione si estenderà lungo la direttrice NW-SE consentendo ampi spazi di manovra. Durante questa fase di coltivazione si stima che verranno prodotti 184'344 mc di sterile e che ne verranno utilizzati 400'918 mc per il recupero dei vuoti minerari. Il materiale residuo accantonato nell'area SE per il recupero finale del sito sarà pari a circa 73'494 mc di sterile.

Durante la quarta e ultima fase, il materiale a parco verrà interamente utilizzato per la sistemazione morfologica finale del sito.

Dal calcolo dei volumi emerge che complessivamente il progetto prevede una differenza tra i volumi di sterile estratto (circa 680'000 mc) e quello impiegato per le operazioni di recupero del sito (circa 690'000 mc) pressoché equivalenti (1% di differenza, valore che rientra perfettamente nella tolleranza di calcolo).

8.5 Gestione dei rifiuti minerari - Decreto legislativo numero 117 del 30 maggio 2008

Con l'entrata in vigore, il 22 luglio 2008, del Decreto legislativo 30 maggio 2008, numero 117, in attuazione della Direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive, vengono dettate speciali disposizioni normative che assicurano tutela ambientale e sanitaria dai rifiuti risultanti dalla prospezione, dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerali o dallo sfruttamento delle cave. Tale materia risulta esclusa dal campo di applicazione della parte IV del D. Lgs. 03 aprile 2006, n. 152, ai sensi dell'art. 185 e dal campo di applicazione del D. Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36, come previsto al comma 6 dell'art. 2 del D. Lgs. 117/2008. Il decreto rientra nell'ambito delle normative speciali attinenti il settore minerario come il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443, e le correlate

normative di sicurezza rappresentate dal D.P.R. 09 aprile 1959, n. 128 e dal D. Lgs. 624/1996, in sintonia con le speciali direttive europee.

Il D.Lgs. 117/2008 stabilisce le misure, le procedure e le azioni necessarie per prevenire o per ridurre il più possibile eventuali effetti negativi per l'ambiente, in particolare per l'acqua, l'aria, il suolo, la fauna, la flora e il paesaggio, nonché eventuali rischi per la salute umana, conseguenti alla gestione dei rifiuti prodotti dalle industrie estrattive.

Preme evidenziare che la norma in questione si limita a disciplinare la gestione dei rifiuti di estrazione esclusivamente all'interno del sito (l'area del cantiere estrattivo come individuata e perimetrata nell'atto autorizzativo) e nelle strutture di deposito, con un limite del dominio di applicazione. Qualora la gestione dei rifiuti di estrazione avvenga fuori dal sito o dalle strutture di deposito, la stessa rientrerà automaticamente nell'ambito di applicazione della parte IV del D. Lgs. 152/2006.

Una delle novità introdotte dal D. Lgs. 117/2008 è il "Piano di Gestione dei rifiuti di estrazione" che deve costituire parte integrante del progetto di coltivazione predisposto al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione. Il Piano di Gestione dei rifiuti di estrazione è volto a:

- prevenire o ridurre la produzione dei rifiuti di estrazione e la loro pericolosità già nella fase di progettazione scegliendo in modo appropriato sia il metodo di estrazione che quello per il trattamento e prevedendo di ricollocare, per quanto possibile, i rifiuti nei vuoti prodotti dall'escavazione;
- individuare le scelte progettuali devono essere tecnicamente fattibili e sostenibili dal punto di vista economico ed ambientale;
- incentivare il recupero dei rifiuti di estrazione attraverso il riciclaggio, il riutilizzo o la bonifica dei rifiuti di estrazione se queste operazioni sono conformi alle normative vigenti e non comportano problemi per l'ambiente;
- assicurare lo smaltimento sicuro dei rifiuti di estrazione a breve e a lungo termine prevedendo in fase progettuale sia la gestione durante l'esercizio che dopo la sua chiusura.

Il Piano di Gestione dei Rifiuti di Estrazione -PGRE- è allegato al progetto di coltivazione; si rimanda allo specifico elaborato per i dettagli.

8.6 Cronoprogramma delle attività

La tempistica di attuazione del progetto è stata programmata tenendo conto delle operazioni da eseguire e della durata del cantiere estrattivo.

Considerando la produttività, i volumi da movimentare, e le operazioni di recupero ambientale, la durata dei lavori è stimata in circa 15 anni.

Il progetto è stato pertanto articolato su tre fasi di lavoro più una finale per l'ultimazione dei lavori di recupero ambientale, la chiusura definitiva del cantiere e la restituzione dell'area ai proprietari.

	Fase	Avanzamento	Durata
1	Fase iniziale	1 - 5 anni	5 anni
2	Fase intermedia	5 - 10 anni	5 anni
3	Fine coltivazione	10 - 13,5 anni	3,5 anni
4	Recupero finale	13,5 - 15 anni	1,5 anni

Prima fase da 1 a 5 anni (Rif.Tav.3)

Questa fase avrà inizio a seguito dell'ottenimento delle necessarie autorizzazioni da parte degli enti preposti. Ipotizzando l'ottenimento dell'autorizzazione a metà del 2024 si riporta di seguito il cronoprogramma degli interventi.

Tra le prime attività che verranno poste in essere vi è la messa in sicurezza legata all'instabilità dei fronti a NE, con riprofilatura del fronte stesso. Seguiranno le attività di coltivazione e recupero del primo lotto come evidenziato nella allegata Tav.3.

FASE 1 (1 - 5 anni)	2024		2025				2026				2027				2028				2029	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Regimazione acque																				
Messa in sicurezza dell'area di sconfinamento a NE																				
Coltivazione e recupero del primo lotto																				

Seconda fase da 5 a 10 anni (Rif. Tav. 4)

Questa fase seguirà la fase precedente; come detto in precedenza la coltivazione si estenderà principalmente nell'area S.

Di seguito sono descritte le operazioni di coltivazione e di ripristino del sito che si effettueranno in tale periodo.

FASE 2 (5 - 10 anni)	2029		2030				2031				2032				2033				2034	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Asportazione del terreno vegetale																				
Regimazione acque																				

Coltivazione e recupero del secondo lotto																				
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Terza fase da 10 a 13,5 anni (Rif. Tav. 5)

Questa fase sarà conseguente alla coltivazione del secondo lotto e porterà alla situazione di fine coltivazione.

Di seguito sono descritte le operazioni di coltivazione e di ripristino del sito che si effettueranno in tale periodo.

FASE 3 (10 - 13,5 anni)	2034		2035				2036				2037			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Asportazione del terreno vegetale														
Regimazione acque														
Coltivazione e recupero del terzo lotto														

Quarta fase da 13,5 a 15 anni (Rif. Tav. 6)

Questa fase comprende le opere conclusive del progetto di recupero ambientale. Si completerà il ritombamento degli ultimi vuoti minerari e si effettueranno le ultime opere di riassetto morfologico per rispettare quanto previsto dal presente progetto.

FASE 4 (13,5 - 15 anni)	2038				2039	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Regimazione idrica						
Recupero finale del sito						

In questa fase saranno effettuate essenzialmente opere di riassetto ambientale e morfologico del sito che prevedono:

- raccordo dei gradoni con morfologia circostante;
- sistemazione delle scarpate;
- sistemazione delle strade interne ed esterne;
- rimodellamento delle zone paesaggisticamente non conformi;
- sistemazione dislivelli e pendenze non congrue;
- manutenzione e sostituzione delle fallanze delle opere di ripristino;
- controllo e sistemazione delle opere di regimazione delle acque;
- vigilanza per il divieto di pascolo;
- varie.

9 RECUPERO AMBIENTALE

9.1 Premessa

Il presente progetto di recupero ambientale nasce dalla consapevolezza che ogni attività estrattiva porta con sé, inevitabilmente, delle modifiche ambientali. Consci di questo aspetto, si è cercato di predisporre al fine del recupero del sito in esame un progetto che fosse in armonia con il paesaggio circostante e che tenesse conto anche le esigenze dei fruitori finali dell'area a seguito delle operazioni di recupero.

Secondo il Ministero dell'Ambiente Italiano (nel 1992) "il recupero ha come criterio guida il miglioramento ambientale delle condizioni del sito, sia dal punto di vista eco sistemico che paesaggistico, in relazione alla natura geologica e geomorfologica del sito stesso."

Nel tempo, unitamente alla normativa ambientale, anche il concetto di recupero ambientale si è evoluto, il PRAE negli ultimi aggiornamenti specifica che "con il recupero ambientale, che dovrà avvenire sulla base di un progetto presentato e a totale carico del titolare del permesso all'attività estrattiva, si procede ad una riqualificazione dell'ambito interessato dall'attività estrattiva con caratteristiche di tutela e valorizzazione ambientale più ampi, in modo da includere i bisogni e le necessità delle comunità interessate". Questo cambio di paradigma pone la scelta degli obiettivi di recupero in stretta relazione con le caratteristiche ambientali, paesaggistiche, economiche e sociali che caratterizzano il sito. Gli aspetti caratterizzanti il contesto, riconosciuti a scala vasta e a scala di sito, divengono così centrali per la scelta di obiettivi di recupero che siano coerenti per l'ambito paesaggistico considerato e siano capaci di innescare circuiti virtuosi per lo sviluppo del territorio in termini ambientali, sociali ed economici.

In quest'ottica si è anche tenuto presente il fatto che la società Argillitti opera nell'area ormai da decenni e che mai ha abbandonato le coltivazioni lasciando il terreno sfregiato dalle operazioni minerarie di rapina. L'impegno della società nel portare a termine le opere concordate con gli enti preposti è sempre stato totale. A tale proposito si possono ricordare le attività effettuate nei lotti dei cantieri minerari già coltivati, che sono stati completamente recuperati e restituiti ai proprietari.

Stante quanto sopra e sulla base degli indirizzi del progetto già approvato per il cantiere in oggetto, il progetto di Recupero ambientale relativo all'ampliamento del cantiere Casiddu si basa sui seguenti obiettivi chiave:

- Attuare un intervento di recupero volto principalmente alla restituzione delle aree perfettamente integrate e coerenti con il contesto paesaggistico circostante;
- Procedere con gli interventi di recupero ambientale contestualmente alle attività di coltivazione del giacimento;

- Minimizzare la perdita delle risorse ottimizzandone il riutilizzo nelle attività di recupero (Sterili – terra vegetale);
- Minimizzare la perdita delle risorse vegetazionali di pregio già presenti sul sito attraverso il trapianto dalle aree interessate dalla coltivazione.

9.2 Aspetti vegetazionali dell'area

Le aree limitrofe al cantiere "Casiddu" appaiono caratterizzate da una vegetazione ascrivibile alle associazioni *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* e *Calicotomo-Myrtetum*. La prima si presenta come una macchia evoluta, con aspetti fisionomico-strutturali, limitatamente, a tratti preforestale, con la presenza di un corteggio floristico arricchito di essenze oltre alle principali, quali *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Myrtus communis* e *Calicotome villosa*, anche con *Phyllirea latifolia*, *Pyrus amygdaliformis*, *Rhamnus alaternus* e *Olea europaea* var. *sylvestris*. a cui si affiancano più o meno sporadicamente esemplari di *Quercus suber* e *Q. congesta*.

Le macchie basse e meno evolute, ascrivibili ad aspetti dell'associazione vegetale *Calicotomo-Myrtetum*, presentano una diversità floristica meno accentuata, spesso costituito dalle sole specie di riferimento, a cui si associano *Pistacia lentiscus* e una florula di emicriptofite, geofite e terofite tipiche delle garighe e dei prati limitrofi.

A carico delle due componenti vegetazionali descritte non si hanno né elementi floristici di particolare interesse fitogeografico, né inquadrare in specifiche norme di tutela e protezione.

Marginalmente alle formazioni di macchia bassa, si distinguono lembi di formazioni a gariga e porzioni più ampie di superfici riconducibili a pascoli arborati con visibili lembi di ricolonizzazione naturale. Si evidenzia come, rispetto all'avanzamento del fronte di coltivazione in direzione sud e sud-est, questo va a interessare direttamente tali componenti vegetali.

9.3 Progetto di recupero ambientale

Per la redazione del presente progetto di recupero ambientale, che prevede una integrale rinaturalizzazione del sito, si è partiti dalla progettazione della sistemazione plano-altimetrica dell'area, da eseguirsi contestualmente alle operazioni di coltivazione del cantiere, una volta creati i necessari spazi di manovra per poter effettuare le operazioni in sicurezza. Già dalle prime fasi lavorative infatti, unitamente alle attività di messa in sicurezza ed arretramento dei fronti nella zona NE, potrà essere infatti avviata l'operazione di

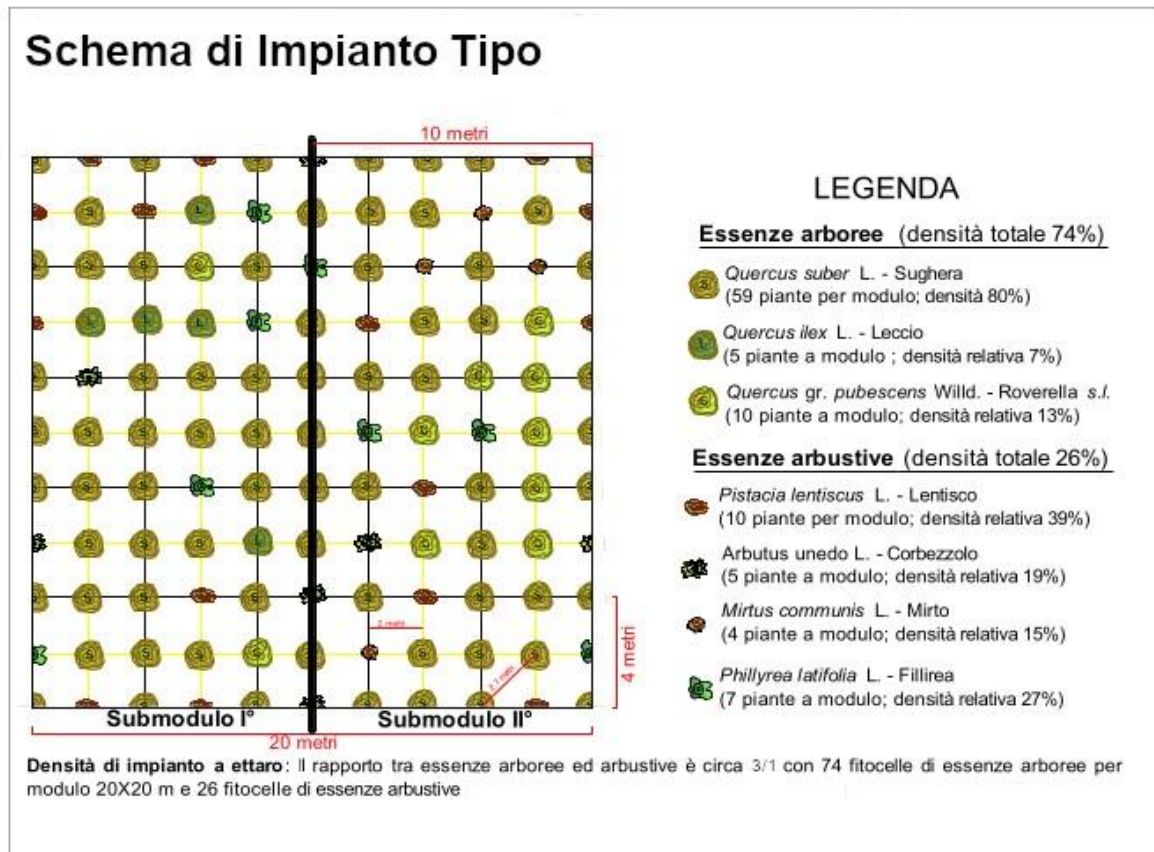
ritombamento del vuoto minerario attraverso l'utilizzo del materiale sterile precedentemente estratto. Questa operazione di ritombamento seguirà la direttrice di coltivazione del giacimento, inizialmente prevista da Nord a Sud e, successivamente verso monte (SE).

Nelle aree in cui la sistemazione morfologica è stata ultimata potranno essere avviate le operazioni di ripristino della copertura di terreno vegetale, regimazione idrica, e le attività volte alla rinaturalizzazione del sito mediante semina delle specie erbacee e piantumazione delle essenze arbustive ed arboree. Le scelte relative alla tipologia di essenze e sesto di impianto sono in linea con le indicazioni contenute nel precedente progetto approvato ed in particolare con quanto contenuto nella relazione "Analisi della Vegetazione" redatta dal naturalista Dott. Roberto Angius, nell'ambito del Progetto di Rinnovo Concessione Mineraria ed Ampliamento del Cantiere "Dore S".

Nel dettaglio le operazioni di recupero riguarderanno:

1. Riempimento, a partire dal fondo scavo del Settore NE, del vuoto di coltivazione con materiale sterile di idonea granulometria, sino al raggiungimento del profilo plano-altimetrico finale previsto nelle allegate tavole progettuali;
2. Riprofilatura e raccordo con le aree circostanti delle scarpate perimetrali di coltivazione e messa in opera di materiale sterile opportunamente costipato, sino alla configurazione finale prevista nelle allegate tavole progettuali, con una pendenza media di circa 30°;
3. Realizzazione delle canalizzazioni necessarie per il convogliamento delle acque meteoriche di ruscellamento;
4. Ricostituzione dello strato di terra vegetale avente spessore medio pari a 30 cm sulla parte pianeggiante e sulle scarpate. Come si può desumere dai paragrafi precedenti e dal calcolo dei volumi, non sarà necessario acquistare nuova terra vegetale; quella rimossa inizialmente dal cantiere, stoccata opportunamente, verrà riutilizzata al fine di ridurre al minimo gli scarti e riutilizzare tutte le risorse.
5. Idrosemina o semina a spaglio di essenze erbacee autoctone prettamente di ambiente sia ruderale che prativo, diversificate e capaci di operare un primo assestamento dei versanti e del pianoro di base, ed una loro protezione da eventi erosivi cagionati da acque di scorrimento superficiale.
6. Piantumazione con essenze forestali autoctone dell'intera superficie: le aree di rinaturalizzazione avranno un rapporto tra essenze arboree (Sughera-Leccio-Roverella) e arbustive (Lentisco-Corbezzolo-Mirto-Fillirea) di circa 3:1 con 74 fitocelle di essenze arboree per modulo (20X20 m) e 26 fitocelle di essenze arbustive, con

sesto di impianto irregolare al fine di garantire un miglior inserimento paesaggistico. La densità per ettaro sarà di circa 1850 *taxa arborei* contro i 650 *taxa arbustivi*. Imponendo che su tutti i 9 ettari di coltivazione venga effettuata la rinaturalizzazione con gli interventi di forestazione appena descritti, saranno necessari 16'650 *taxa arborei* e 5'850 *taxa arbustivi*. Si riporta di seguito uno schema indicativo di sesto d'impianto:



Gli interventi interesseranno anche il trapianto di un numero esiguo di querce caducifoglie che potranno essere distribuite in maniera casuale nei moduli.

Tutti i lavori sopradescritti saranno eseguiti, in accordo con il Servizio Territoriale Ispettorato Ripartimentale del Corpo Forestale e di Vigilanza ambientale di Sassari e con la stazione territorialmente competente, sotto la direzione del consulente agronomo della società Dott. Agr. Maurizio Fois come da nomina del 05/03/2018 trasmesso agli enti via PEC in data 07/11/2018.

10 VALUTAZIONE FATTIBILITA' ECONOMICA DEL PROGETTO

Di seguito si riporta lo stralcio dell'analisi di fattibilità economica del progetto e del calcolo degli oneri fidejussori dovuti dalla società.

Nel prospetto di cui alla Tabella 1 sono esplicitate nel dettaglio le voci di costo relative ai costi fissi generali per la gestione del cantiere e quelli legati alle attività di coltivazione, ed in generale di movimento terra, per le quali la Società, mediante contratto, si affida a terzisti specializzati. Sono inoltre esplicitate le voci di costo relative alle operazioni di recupero ambientale.

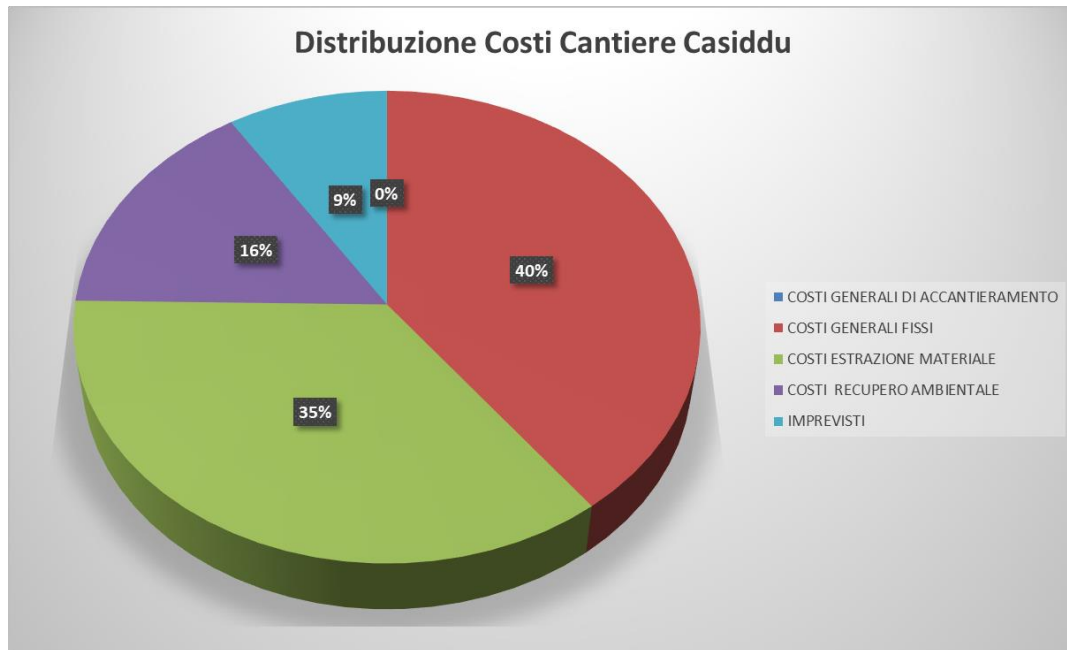
In Tabella 2 sono invece riportate le voci di costo, tratte dal prezzario regionale, necessarie per l'aggiornamento delle fidejussioni.

COD.	VOCE DI COSTO	ANNI	COSTO TOTALE	% COSTO TOTALE	COSTO ANNUO
CGA	COSTI GENERALI DI ACCANTIERAMENTO	15	- €	0%	- €
CGF	COSTI GENERALI FISSI	15	2.547.000,00 €	40%	169.800,00 €
CCE	COSTI ESTRAZIONE MATERIALE	15	2.289.110,00 €	36%	152.607,33 €
CRA	COSTI RECUPERO AMBIENTALE	15	1.005.535,70 €	16%	67.035,71 €
IMPR	IMPREVISTI	15	584.164,57 €	9%	38.944,30 €
CTOT	COSTO TOTALE DI ESTRAZIONE E RIPRISTINO	15	6.425.810,27 €	100%	428.387,35 €
RIC	RICAVI DA VENDITA BENTONITE	15	8.240.796,00 €		549.386,40 €
GVV	GUADAGNI DA VENDITA BENTONITE	15	1.814.985,73 €		120.999,05 €
CUER	COSTO UNITARIO		14,18 €		
	Guadagni annui	15	1.814.985,73 €		120.999,05 €

Tabella 1: valutazioni economiche

Il prospetto seguente riporta sinteticamente le principali macrovoci e la relativa incidenza:

Come si evince la principale voce di costo è rappresentata dai costi fissi di gestione del cantiere (40%) unitamente ai costi di coltivazione del minerale (35%). I costi di recupero ambientale incidono per circa il 16% del totale. I costi di accantieramento sono nulli in quanto il cantiere è già in esercizio.



Il costo unitario del minerale estratto ammonta a 15,60 €/t, che con gli attuali prezzi di vendita pari a circa 20,00 €/t assicurano un guadagno netto unitario di 4,40 €/t.

Il costo totale che la Società dovrà sostenere per portare avanti le operazioni di coltivazione e recupero ambientale previste nel presente progetto di ampliamento del cantiere Casiddu ammontano, nei 15 anni, a circa 6,5 M€. I ricavi ipotizzati con la vendita del Minerale ammontano a circa 8,25 M€. L'attività prevista presenta quindi buoni requisiti di validità economica.

10.1 Aspetti economici legati al recupero ambientale

In virtù di quanto stabilito dalla Deliberazione di Giunta Regionale della RAS n. 47/42 del 14.11.2013, circa le "Garanzie fideiussorie relative alla esecuzione delle opere di ripristino ambientale nei siti estrattivi. Direttive sul calcolo dell'importo", si informa che il calcolo dei costi di recupero riportati nel computo metrico di progetto ambientale è stato effettuato utilizzando le voci e i prezzi contenuti nei prezziari regionali (Prezziario dei Lavori Pubblici e Prezziario Regionale delle Opere di Miglioramento Fondiario).

Si rappresenta altresì che per i prezzi contenuti nel Prezziario Regionale delle Opere di Miglioramento Fondiario, sono stati rivalutati alla data odierna mediante dli indici di rivalutazione ISTAT.

Di seguito si riporta stralcio della tabella recante i costi di recupero ambientale per i quali prestare la Garanzia fideiussoria.

Dalla medesima tabella si desume che i costi di recupero ambientale associati al cantiere Casiddu saranno pari a 365.950,06€, che sommati a quelli del cantiere Dore S. danno luogo ad un complessivo costo di recuperi ambientali da garantire pari a: **667.557,81€**.

Il notevole incremento rispetto al calcolo precedente è dettato dal fatto che i costi calcolati nel 2006 per il cantiere Casiddu sono stati aggiornati alla data odierna.

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO AMPLIAMENTO CANTIERE CASIDDU MINIERA SA PIGADA BIANCA						
VOCE	VOCE DI COSTO	UdiM	Q.tà	c.unitar.	anni	c. totale
COSTI GENERALI DI ACCANTIERAMENTO						
CGAT	TOTALE COSTI GENERALI DI ACCANTIERAMENTO					- €
COSTI GENERALI FISSI						
CGF01	Sorvegliante	n	1	25.000,00 €	15	375.000,00 €
CGF02	Spese amministrative	n	1	15.000,00 €	15	225.000,00 €
CGF03	Direttore dei lavori	n	1	50.000,00 €	15	750.000,00 €
CGF04	Consulenze geologiche e varie	n	1	5.000,00 €	15	75.000,00 €
CGF05	Canoni e permessi	n	1	16.400,00 €	15	246.000,00 €
CGF06	Affitti terreni	ha	9,2	2.000,00 €	15	276.000,00 €
CGF07	Fidejussioni	n	1	20.000,00 €	15	300.000,00 €
CGF08	Manutenzione viabilità locale	n	1	5.000,00 €	15	75.000,00 €
CGF09	Monitoraggi ambientale e consulenza agronomica - forestale	n	1	5.000,00 €	15	75.000,00 €
CGF10	Abbattimento polveri	n	1	10.000,00 €	15	150.000,00 €
CGF	TOTALE COSTI GENERALI FISSI					2.547.000,00 €
COSTI ESTRAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE						
CCR	COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE CANTIERE CASIDDU					
CCR01	Escavazione, trasporto a deposito o a ripristino di suolo/sterile/minerale commerciale entro i limiti di cantiere	mc	915.644,00	2,50 €		2.289.110,00 €
	RECUPERO AMBIENTALE CANTIERE CASIDDU					
CCR02	Caricamento e trasporto a ripristino di materiale sterile/soilo a parco a termine coltivazione	mc	290.068,35	2,50 €		725.170,88 €
CCR03	Realizzazione canale in terra mediante scavo e spargimento	mc	447,20	2,50 €		1.118,00 €
CCR04	Inerbimento con idrosemina - Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la tecnica dell'idrosemina consistente nell'aspersione di una miscela formata da: acqua circa 7 lt/mq; miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di gxm ² 50/80, la cui composizione, grado di purezza, provenienza e germinabilità dovranno essere garantite e certificate, la composizione sarà stabilita di volta in volta in funzione del contesto ambientale, microclimatico, pedologico, litologico, geomorfologico, floristico e vegetazionale, dando la preferenza alle specie macroterme (Agrostis palustris o stolonifera, Avena barbata potter, Cynodon dactylon, Cistus monspeliensis, Cistus incanus, Cistus salvifolius, Festuca arundinacea, Lolium perenne, L. rigidum, Medicago sativa, Oryzopsis miliacea, Poa pratense, Trifolium repens, Trifolium subterraneum, Zoysia spp, ecc.) ed in proporzioni da definirsi a seconda delle caratteristiche suddette a cura della direzione lavori; concime organico in ragione di gxm ² 150 e fertilizzante chimico (N.P.K.) in ragione di gxm ² 30/50; collanti in ragione di gxm ² 70/75; il tutto distribuito in un'unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idrosemiatrici). La miscelazione con le varie componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco. Compresa e compensata la preparazione del piano di posa, l'idrosemina in superfici poste a qualsiasi altezza dal piano di campagna, lo spargimento uniforme senza presentare interstizi superiori ad 1 mm, la perfetta copertura del suolo per eliminare interstizi tra la matrice ed il terreno; le cure colturali per garantire la idroritenzione e la creazione di un microclima adatto alla germinazione fino al completo attecchimento, il primo sfalcio, nonché qualsiasi altro onere necessario per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. E' compreso l'eventuale ritocco nella successiva stagione favorevole, secondo tempi e modalità specificate nel Capitolato Speciale. Compreso quanto altro specificato in capitolato per rendere il lavoro finito a regola d'arte	mq	92.313,00	1,90 €		175.394,70 €
CCR05	Messa a dimora di specie arbustive od arboree autoctone in fitcella, fornite e poste in opera. Sono compresi: l'apertura di buche (cm 40x40x40); la ricolmatura con costipamento del terreno adiacente alle radici; la concimazione di fondo con concime ternario a lenta cessione	n	23.078,25	4,50 €		103.852,13 €
	Superfici sub pianeggianti					
	TOTALE RECUPERO AMBIENTALE CASIDDU					1.005.535,70 €
CCRT	TOTALE COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE MINIERA CASIDDU					3.294.645,70 €
SOMMA COSTI						
	COSTO TOTALE GESTIONE MINIERA CASIDDU					5.841.645,70 €
	Imprevisti	%	10%			584.164,57 €
	Totale con imprevisti					6.425.810,27 €
RICAVI VENDITA BENTONITE						
	Vendita Bentonite Cantiere CASIDDU A franco cantiere con umidità al 18% senza specifiche granulometriche	t	412.039,80	20,00 €		8.240.796,00 €
	DIFFERENZA RICAVI COSTI TOTALI					1.814.985,73 €

Tabella 2: Computo metrico e tabella costi/ricavi

COSTI RECUPERO AMBIENTALE PER DETERMINAZIONE IMPORTO FIDEISSIONE						
RECUPERO AMBIENTALE CASIDDU						
VOCE	PREZZARIO OOPP RAS	VOCE DI COSTO	Udim	Q.tà	c.unitar.	c. totale
	Prezzario regionale dell'Agricoltura anno 2016					
CCR01	G.14 Prezzario regionale dell'Agricoltura anno 2016 Con rivalutazione al 2024	Movimenti di terra con compenso tra scavi e riporti (superiori a mc 400/ha) da effettuare con mezzi meccanici, necessari allo spianamento e computati per il solo scavo (operazione da assentirsi soltanto in caso di superfici sensibilmente mosse e con movimenti di terra superiori a 500 mc/Ha e da documentare con piano quotato, sezioni e calcolo dei movimenti di terra).	mc	73.494,10	2,85 €	209.458,19 €
CCR02	SAR23_PF.0001.0002.0030	SCAVO A SEZIONE RISTRETTA E OBBLIGATA in linea per la posa di reti idriche-fognarie di qualsiasi tipo o per cavidotti di reti elettriche e telefoniche, eseguito con qualsiasi mezzo meccanico, fino alla profondità di m 2.00 dal piano di sbancamento o dall'orlo del cavo, in terreno asciutto o bagnato, compreso il carico sull'automezzo ed escluso il trasporto in rocce tenere di media consistenza con resistenza allo schiacciamento inferiore a 120 kg/cm ² Realizzazione canale in terra per convogliamento acque meteoriche	mc	447,20	30,19 €	13.499,98 €
CCR03	SAR19_PF.0006.0001.0010	Inerbimento con idrosemina - Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la tecnica dell'idrosemina consistente nell'aspersione di una miscela formata da: acqua circa 7 lt/mq; miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di gxm ² 50/80, la cui composizione, grado di purezza, provenienza e germinabilità dovranno essere garantite e certificate, la composizione sarà stabilita di volta in volta in funzione del contesto ambientale, microclimatico, pedologico, litologico, geomorfologico, floristico e vegetazionale, dando la preferenza alle specie macroterme (Agrostis palustris o stolonifera, Avena barbata potter, Cynodon dactylon, Cistus monspeliensis, Cistus incanus, Cistus salvifolius, Festuca arundinacea, Lolium perenne, L. rigidum, Medicago sativa, Oryzopsis miliacea, Poa pratense, Trifolium repens, Trifolium subterraneum, Zoysia spp, ecc.) ed in proporzioni da definirsi a seconda delle caratteristiche suddette a cura della direzione lavori; concime organico in ragione di gxm ² 150 e fertilizzante chimico (N.P.K.) in ragione di gxm ² 30/50; collanti in ragione di gxm ² 70/75; il tutto distribuito in un'unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idroseminatrici). La miscelazione con le varie componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco. Compresa e compensata la preparazione del piano di posa, l'idrosemina in superfici poste a qualsiasi altezza dal piano di campagna, lo spargimento uniforme senza presentare interstizi superiori ad 1 mm, la perfetta copertura del suolo per eliminare interstizi tra la matrice ed il terreno; le cure colturali per garantire la idroritenzione e la creazione di un microclima adatto alla germinazione fino al completo attecchimento, il primo sfalcio, nonché qualsiasi altro onere necessario per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. E' compreso l'eventuale ritocco nella successiva stagione favorevole, secondo tempi e modalità specificate nel Capitolato Speciale. Compreso quanto altro	mq	45.770,00	1,90 €	86.963,00 €
CCR04	SAR23_PF.0006.0001.0003	Messa a dimora di specie arbustive od arboree autoctone in fitcella, fornite e poste in opera. Sono compresi: l'apertura di buche (cm 40x40x40); la ricolmatura con costipamento del terreno adiacente alle radici; la concimazione di fondo con concime ternario a lenta cessione Superfici sub pianeggianti	n	11.442,50	4,90 €	56.028,89 €
		TOTALE RECUPERO AMBIENTALE CASIDDU				365.950,06 €
		TOTALE RECUPERO AMBIENTALE DORE 2016				301.607,75 €
		TOTALE RIPRISTINI AMBIENTALI SA PIGADA BIANCA				667.557,81 €

Tabella 3: Costi recupero ambientale per aggiornamento fidejussione

11 CONCLUSIONI

Il progetto di Coltivazione e recupero ambientale relativo all'ampliamento del cantiere Casiddu nasce ad integrazione del progetto già approvato, da cui trae principi ed obiettivi, e consente, oltre ad integrare i quantitativi di minerale estratto, di ottimizzare alcune situazioni legate alla sicurezza dei fronti di scavo venutesi a creare in corso d'opera e legate alle particolari condizioni geo-strutturali emerse durante le operazioni di coltivazione.

Il progetto prevede una organizzazione dei lavori per fasi/lotti di coltivazione, con lo scopo di procedere quanto prima con l'avvio delle operazioni di recupero ambientale contestuali alle operazioni di coltivazione stessa. Particolare attenzione è stata posta nel progettare un intervento che potesse, compatibilmente con gli spazi disponibili e tenendo conto della vincolistica, limitare gli spazi necessari per l'accantonamento temporaneo degli sterili, che permettesse il riutilizzo totale degli stessi nelle operazioni di ritombamento del vuoto di coltivazione e di rimodellamento morfologico del sito e che rendesse il contesto finale il più vicino possibile alle forme naturali presenti nelle aree adiacenti.

In questa ottica il progetto è stato redatto formando un mosaico di fisiotopi (forme pianeggianti, depressioni, scarpate perimetrali) il meno possibile esposti ai fattori aggressivi naturali: forza di gravità (frane), acqua (erosione idraulica), vento (erosione eolica) e che favorisca la rapida evoluzione verso una rete di biotopi ben integrata nel paesaggio circostante. Una morfologia corretta, non solo costituisce un paesaggio attraente, ma garantisce anche un deflusso idrico e un microclima più equilibrato e più favorevole alla difesa del suolo e allo sviluppo della vegetazione in un rapporto di progressiva stabilizzazione.

L'intervento finale completa il recupero ambientale previsto, con piantumazione di essenze arbustive ed arboree autoctone che consentono la restituzione integrale dell'area ad un contesto perfettamente rinaturalizzato e fruibile.