

Studio di geologia tecnica e ambientale
Dott. Geol. Pietro Pittau – Dott. Pian. Fabio Grasso
 *Via A. Zardin, 14 – Via Marghine, 22 c*
 *3388418324 - 3487812836*

Concessione mineraria Santa Brà

(Per Bentonite ed Argille Smettiche)

Località Santa Brà

Comune di Piscinas

Provincia del Sulcis Iglesiente

RINNOVO DELLA CONCESSIONE MINERARIA SANTA BRA'

PROGETTO INTEGRATO DI
Coltivazione Mineraria e Riabilitazione Ambientale
Valutazione di Impatto Ambientale

Maggio 2021

Committente

Polar S.r.l. *Piazza della Vittoria 15/6 - Genova -*

SOMMARIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | Normativa di riferimento | 6 |
| 1.1. | Principale normativa europea | 6 |
| 1.2. | Principale normativa nazionale | 6 |
| 1.3. | Normativa regionale | 6 |
| 2. | Organizzazione dello studio di impatto ambientale | 7 |
| 3. | Premessa | 8 |
| 3.1. | Momento zero | 8 |
| 3.2. | Descrizione delle alternative | 9 |
| 3.2.1. | Alternativa zero | 9 |
| 3.2.2. | Alternativa di localizzazione | 9 |
| 3.2.3. | Alternative di processo o strutturali | 9 |
| 3.3. | Ambito territoriale interessato | 9 |
| 3.4. | Collegamenti con le reti infrastrutturali | 10 |
| 3.5. | Limiti operativi spaziali e temporali | 10 |
| 3.6. | Criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile | 10 |
| 3.7. | Analisi costi-benefici delle varie opzioni | 11 |
| 3.8. | Indicazione delle possibili alternative di sito | 11 |
| 4. | Descrizione introduttiva del progetto | 12 |
| 4.1. | Premessa | 12 |
| 4.2. | Descrizione storica dell'attività | 14 |
| 4.3. | Specifica della natura giuridica dei soggetti proponenti e gestori dell'iniziativa | 14 |
| 4.3.1. | Dipendenti | 14 |
| 4.3.2. | Macchinari | 15 |
| 4.3.3. | Attività indotte legate all'iniziativa | 15 |
| 5. | Atti pianificatori sul territorio | 16 |
| 5.1. | Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) | 16 |
| 5.2. | Piano Regionale Attività Estrattive (P.R.A.E.) | 16 |
| 5.3. | Parco Geominerario della Sardegna | 16 |
| 5.4. | Legge 21.11.2000 n° 353 | 16 |
| 5.5. | Legge Regionale n° 31-89 | 17 |
| 5.5.1. | Parco Naturale Regionale del Sulcis | 17 |
| 5.5.2. | Monumenti naturali | 17 |
| 5.5.3. | Riserve naturali, aree protette e aree di interesse | 17 |
| 5.6. | Siti di interesse comunitario (SIC) e zone di protezione speciali (ZPS) | 17 |
| 5.7. | Area ad alto rischio ambientale | 17 |
| 5.7.1. | Agglomerato industriale di Portovesme | 18 |
| 5.7.2. | Aree minerarie dismesse | 18 |
| 5.8. | Piano Paesaggistico Regionale (PPR) | 18 |
| 5.9. | Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna | 19 |
| 5.9.1. | Sub bacino del Sulcis | 20 |
| 5.9.2. | Perimetrazione delle aree di pericolosità e di rischio | 21 |
| 5.9.3. | Analisi delle perimetrazioni della zona | 23 |
| 5.9.4. | Aree di pericolosità idraulica | 23 |
| 5.10. | Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) | 23 |
| 5.11. | Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA) | 24 |
| 5.12. | Nulla osta acquisiti | 24 |
| 5.12.1. | Assessorato Difesa Ambiente - Ispettorato Ripartimentale delle Foreste – | 24 |
| 5.12.2. | Assessorato Enti Locali – Servizio tutela del paesaggio | 24 |
| 5.12.3. | Ministero per i Beni e le Attività Culturali - Soprintendenza Archeologica – | 24 |
| 6. | Quadro di riferimento progettuale | 25 |
| 6.1. | Indicazioni geologiche e tettoniche del sito | 25 |
| 6.1.1. | Definizione di tipo e qualità del materiale estrattivo | 25 |
| 6.1.2. | Caratteri merceologici | 26 |
| 6.1.3. | Distribuzione areale del materiale utile nella concessione e al contorno dell'area | 26 |
| 6.1.4. | Carta geologica e sezioni | 27 |
| 6.2. | Previsione sulle quantità di bentonite da estrarre complessivamente e mediamente nell'arco di ogni anno | 27 |
| 6.3. | Indicazione delle eventuali fasce di rispetto attuate | 29 |
| 6.4. | Descrizione del metodo di coltivazione | 29 |
| 6.4.1. | Area Monte Senzu | 29 |
| 6.4.2. | Area campi A-B-C | 30 |
| 6.5. | Descrizione dei principali parametri progettuali relativi al sito minerario | 31 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 6.5.1. | Indicazione della localizzazione | 31 |
| 6.5.2. | Superficie interessata dalla concessione | 32 |
| 6.5.3. | Volumi | 32 |
| 6.5.4. | Capacità di estrazione e produzione | 33 |
| 6.6. | Pianificazione dell'attività estrattiva nei vari anni | 33 |
| 6.6.1. | Durata di esercizio della miniera | 34 |
| 6.7. | Dati topografici | 34 |
| 6.7.1. | Identificazione del sito | 34 |
| 6.7.2. | Punti di riferimento, caposaldi | 34 |
| 6.7.3. | Quota alla base e quota al culmine | 35 |
| 6.7.4. | Inclinazione media del pendio prima e dopo l'escavazione | 35 |
| 6.7.5. | Modalità di scarico acque | 35 |
| 6.8. | Fase di preparazione cantiere | 35 |
| 6.8.1. | Strade di accesso | 35 |
| 6.8.2. | Viabilità interna | 35 |
| 6.8.3. | Predisposizione piazzali per le lavorazioni | 35 |
| 6.8.4. | Predisposizione logistica di cantiere | 36 |
| 6.8.5. | Scotico ed accantonamento terreno vegetale | 36 |
| 6.8.6. | Asporto sterile di copertura (cappellaccio) | 37 |
| 6.8.7. | Allaccio alle reti tecnologiche | 37 |
| 6.9. | Fase di escavazione | 37 |
| 6.9.1. | Geometria dei gradoni | 37 |
| 6.9.2. | Drenaggi ipodermici e superficiali | 37 |
| 6.9.3. | Sistemi di raccolta e trattamento acque meteoriche | 37 |
| 6.9.4. | Modalità di stoccaggio dei materiali estratti | 37 |
| 6.10. | Fase di riabilitazione e fase di chiusura | 37 |
| 6.10.1. | Indicazione della destinazione d'uso finale | 38 |
| 6.10.2. | Tipo di rinverdimento | 38 |
| 6.10.3. | Regimazione idraulica finale | 38 |
| 6.11. | Descrizione delle attività gestionali della miniera | 38 |
| 6.11.1. | Sistemi di trattamento e destinazione degli eventuali scarti di lavorazione | 38 |
| 6.11.2. | Attrezzature utilizzate nelle varie fasi | 38 |
| 6.12. | Analisi costi/benefici | 38 |
| 6.13. | Descrizione del progetto dell'attività che sarà insediata a recupero ultimato della miniera | 38 |
| 7. | Quadro di riferimento ambientale | 39 |
| 7.1. | Premessa | 39 |
| 7.2. | Analisi dei flussi | 39 |
| 7.2.1. | Analisi dei flussi dell'attività di preparazione del giacimento alla coltivazione | 40 |
| 7.2.2. | Analisi dei flussi dell'attività di coltivazione e ritombamento | 41 |
| 7.2.3. | Analisi dei flussi dell'attività di riabilitazione ambientale | 42 |
| 7.3. | Individuazione quantitativa degli aspetti ambientali connessi con l'attività | 43 |
| 7.3.1. | Definizione e identificazione delle componenti ambientali | 43 |
| 7.3.2. | Lista dei fattori di impatto ambientale | 44 |
| 7.3.3. | Definizione ponderale dei singoli fattori di impatto su ciascuna componente ambientale | 44 |
| 8. | Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione | 47 |
| 8.1. | Definizione dell'ambito di potenziale influenza dell'opera | 47 |
| 8.2. | Analisi delle componenti ambientali | 47 |
| 8.2.1. | Atmosfera | 47 |
| 8.2.2. | Rumore | 51 |
| 8.2.3. | Flora e fauna | 55 |
| 8.2.4. | Suolo | 61 |
| 8.2.5. | Acque superficiali e sotterranee | 63 |
| 8.2.6. | Sottosuolo | 66 |
| 8.2.7. | Paesaggio | 72 |
| 8.2.8. | Assetto socio economico | 78 |
| 8.2.9. | Salute pubblica | 87 |
| 9. | Stima finale degli impatti non eliminabili e loro mitigazioni e compensazioni | 90 |
| 9.1. | Premessa | 90 |
| 9.2. | Destinazione d'uso | 90 |
| 9.2.1. | Sottrazione di aree | 90 |
| 9.2.2. | Conflitti d'uso | 90 |
| 9.2.3. | Coerenza con la pianificazione | 90 |
| 9.3. | Effetti geomorfologici e pedologici | 91 |
| 9.3.1. | Consumo di suolo | 91 |
| 9.3.2. | Stabilità dello scavo | 92 |
| 9.3.3. | Modificazioni geomorfologiche e pedologiche | 103 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 9.4. | Diffusione di emissioni gassose e di polveri | 103 |
| 9.4.1. | Diffusione di polveri | 103 |
| 9.4.2. | Emissioni dei gas di scarico dai mezzi | 105 |
| 9.5. | Occupazione di maestranze locali | 107 |
| 9.6. | Emissioni sonore | 107 |
| 9.7. | Effetti sulla fauna | 108 |
| 9.7.1. | Allontanamento fauna | 108 |
| 9.7.2. | Perdita e frammentazione dell'habitat | 109 |
| 9.7.3. | Aumento della mortalità animale | 109 |
| 9.8. | Effetti sulla vegetazione | 110 |
| 9.8.1. | Premessa | 110 |
| 9.9. | Interferenza con il sistema idrico superficiale | 110 |
| 9.9.1. | Deflusso delle acque superficiali | 110 |
| 9.9.2. | Scarichi al suolo ed effluenti liquidi | 111 |
| 9.10. | Interferenza con il sistema idrico sotterraneo | 111 |
| 9.10.1. | Premessa | 111 |
| 9.11. | Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti | 112 |
| 9.11.1. | Premessa | 112 |
| 9.12. | Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti | 112 |
| 9.12.1. | Premessa | 112 |
| 9.13. | Impatto visivo | 114 |
| 9.13.1. | Premessa | 114 |
| 9.14. | Aumento del traffico veicolare | 115 |
| 9.14.1. | Premessa | 115 |
| 9.15. | Quantificazione dei valori di magnitudo | 116 |
| 9.15.1. | Analisi della sensibilità territoriale | 117 |
| 9.15.2. | Calcolo degli impatti elementari | 122 |
| 9.15.3. | Conclusioni | 124 |
| 10. | Piano di monitoraggio | 125 |
| 10.1. | Obiettivi | 125 |
| 10.2. | Organizzazione dell'azienda | 125 |
| 10.2.1. | Componenti ambientali | 125 |
| 11. | Bibliografia | 128 |

ALLEGATI

| | |
|----|--|
| 00 | Shp Concessione mineraria Santa Brà |
| 1 | Corografia IGM 25000 |
| 2 | Corografia CTR 10000 |
| 3 | Viabilità |
| 4 | Carta geologica |
| 5 | Carta idrogeologica |
| 6 | Carta dell'idrografia |
| 7 | Carta dell'uso del suolo |
| 8 | Inquadramento vincolistico |
| 9 | Carta del PPR |
| 10 | Descrizione dei sondaggi |
| 11 | Valutazione del giacimento e viabilità |
| 12 | Progetto di coltivazione Monte Senzu (Planimetrie e sezioni) |
| 13 | Progetto di coltivazione campo C (Planimetrie e sezioni) |
| 14 | Progetto di coltivazione campo B (Planimetrie e sezioni) |
| 15 | Progetto di coltivazione campo A (Planimetrie e sezioni) |
| 16 | Stato dei luoghi e intervisibilità |
| 17 | Fotosimulazione dell'intervento |
| 18 | Relazioni su dispersione polveri e valutazione rumore ambientale |
| 19 | Conto economico e costi del ripristino |
| 20 | Piano gestione rifiuti minerari D.Lgs. 117-08 |

1. Normativa di riferimento

1.1. Principale normativa europea

- ❖ Direttiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2011 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (codificazione)
- ❖ Direttiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 Aprile 2014 modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati

1.2. Principale normativa nazionale

- ❖ D. Lgs. 152 del 2006
Norme in materia ambientale
- ❖ DM del 30 marzo 2015
Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome
- ❖ D. Lgs. n. 104 del 2017
Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114

1.3. Normativa regionale

- ❖ DGR 11/75 del 24.03.2021
Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)

2. Organizzazione dello studio di impatto ambientale

Con riferimento ai disposti del

- ❖ D. Lgs. 152 del 2006 che detta Norme in materia ambientale,
- ❖ DGR 11/75 del 24.03.2021 recante "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)"

si redige il presente lavoro ai fini della procedura di valutazione di impatto ambientale.

Il documento viene redatto in conformità alle disposizioni di cui all'allegato A3 alla DGR 11/75 del 24.03.2021 ed all'articolo 22 del D.Lgs. n. 152/2006.

L'articolazione è la seguente e rispecchia quella prevista dall'allegato A3 della D.G.R. 11/75:

- ❖ descrizione del progetto e delle principali alternative ragionevoli allo stesso,
- ❖ descrizione degli aspetti dello stato attuale dell'ambiente,
- ❖ descrizione dei fattori potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto,
- ❖ descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto,
- ❖ descrizione delle misure previste per evitare, prevenire, ridurre o, se possibile, compensare gli impatti ambientali,
- ❖ descrizione degli elementi e dei beni culturali e paesaggistici eventualmente presenti,
- ❖ descrizione dei previsti impatti ambientali significativi e negativi del progetto, derivanti dalla vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità che sono pertinenti per il progetto,
- ❖ riassunto non tecnico delle informazioni trasmesse sulla base dei punti precedenti,
- ❖ elenco di riferimenti che specifichi le fonti utilizzate per le descrizioni e le valutazioni incluse nello Studio di Impatto Ambientale,
- ❖ sommario delle eventuali difficoltà, quali lacune tecniche o mancanza di conoscenze, incontrate dal proponente nella raccolta dei dati richiesti e nella previsione.

3. Premessa

Con la presente, si intende sottoporre alla procedura di VIA, il rinnovo della concessione mineraria Santa Brà ricadente nel territorio del comune di Piscinas per la coltivazione di bentonite, argille smettiche e refrattarie, rilasciata dalla Regione Autonoma della Sardegna con decreto n° 413 del 10.07.2009, Assessorato Industria Divisione Miniere su una estensione di ettari 267, poiché ricadente nell'allegato a1 punto 17 della Deliberazione della Regione Autonoma della Sardegna numero 11/75 del 24.03.2021.

3.1. Momento zero

Il "momento zero", inteso come condizione temporale di partenza dei sistemi ambientali, economico e sociale sulla quale si innestano i successivi eventi di trasformazione e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera, è inserito all'interno del capitolo 8 che contiene la *"Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione"*.

L'area originariamente rilasciata in concessione mineraria per la coltivazione di argille bentonitiche, è la seguente:

- ❖ concessione Santa Brà che si sviluppa su una superficie pari a circa 267 ettari, si localizza a nord del centro abitato di Piscinas escludendo il centro abitato e si estende in direzione circa est ovest, nella regione del Sulcis. Si estende interamente nel comune di Piscinas.

Con il presente studio di impatto ambientale, la società titolare della concessione mineraria, alla luce delle ricerche effettuate nel recente passato intende sviluppare sulla stessa l'apertura di tre nuovi cantieri e la coltivazione del cantiere esistente denominato Monte Senzu è inoltre prevista entro il mese di giugno 2021 la chiusura con la restituzione ai legittimi proprietari dell'area del cantiere Sa Perda Morta.

L'attività estrattiva si è inserita in un contesto socio-economico di tipo agro-pastorale, caratterizzato da una estesa monoproprietà dedita prevalentemente alla coltivazione di ortive e ad un utilizzo dei terreni ad esso strettamente collegato. Risulta decisamente ridotta la superficie che l'attività mineraria ha sottratto, e tutt'ora preclude, all'utilizzo originario tenendo conto del fatto che le opere di riabilitazione nel corso del tempo, hanno restituito e stanno restituendo al territorio la loro funzione originaria. Sono, infatti, presenti aree già riqualficate in cui la superficie ha assunto la sua conformazione originaria (cantiere Merareddu e Medau Scanu) e aree in cui si sta procedendo alla restituzione morfologica del territorio (cantiere Sa Perda Morta). Le caratteristiche morfologiche e paesaggistiche dell'area ante intervento sono quelle degli attuali luoghi circostanti; l'instaurarsi di un'attività estrattiva su un'area abbastanza ridotta e quindi di semplice gestione non ha influenzato in maniera determinante queste caratteristiche.

I riflessi di carattere ambientale legati al proseguimento dell'attività mineraria passano necessariamente per:

1. sottrazione graduale, nell'arco di 10 anni di vita previsti per il prolungamento del progetto, di ulteriori 10,36 ettari di suolo (nuovi cantieri Monte Senzu e campi A, B, C) all'attuale utilizzo agricolo;
2. variazione progressiva della morfologia pianeggiante del sito di estrazione mineraria, legata allo sviluppo degli sbancamenti con metodo di coltivazione a fossa, all'accumulo temporaneo del materiale utile e della terra vegetale da riutilizzare, alla ricostruzione progressiva del piano di campagna originario;
3. saltuario impatto visivo dell'opera, per un breve tratto di percorrenza della strada statale 293;
4. possibile aumento della polverosità locale, legata alla periodica movimentazione dei materiali soprattutto nel periodo secco e in concomitanza di venti dai quadranti occidentali;
5. parziale disturbo della fauna locale, che comunque già convive con l'attuale antropizzazione del sito.

Verso i fattori di disturbo elencati vengono proposti nel SIA validi interventi di mitigazione atti a limitarne gli effetti per cui l'areale interessato dal progetto risulta in grado di assorbire le conseguenze dell'intervento, favorendo contestualmente importanti ricadute economiche sia sul contesto locale che in "area vasta" a carattere regionale.

3.2. Descrizione delle alternative

3.2.1. Alternativa zero

Introducendo il concetto di "**opzione zero**", riguardante l'analisi dei fattori legati alla "non realizzazione del progetto" ne deriva sostanzialmente quanto segue:

- ❖ mantenimento dell'attuale situazione ambientale con la presenza degli scavi finora autorizzati, che hanno intrapreso la via della riqualificazione ambientale, poiché ancora in fase di coltivazione;
- ❖ mantenimento del medesimo utilizzo agricolo, in quanto dall'attuale pianificazione urbanistica comunale, la zona viene classificata come agricola;
- ❖ mancanza di un reddito per la proprietà, in quanto non si creerebbe il flusso dato dal canone annuo di affitto del terreno;
- ❖ mancato utilizzo di una risorsa naturale, il cui sfruttamento risulta oramai da anni integrato nel tessuto socio-economico locale e dell'area del Sulcis;
- ❖ mancata possibilità di prolungamento/integrazione dell'attuale attività estrattiva della Polar, con rinuncia ad ulteriori quote di mercato nel settore delle bentoniti assorbenti, sia nel mercato nazionale che europeo.

La realizzazione del progetto gode d'altra parte dei seguenti fattori:

- ❖ mantenimento degli attuali standard produttivi della Polar, come continuità estrattiva e trattamento/commercializzazione del prodotto nell'impianto di Piscinas;
- ❖ garanzie di natura tecnico-economica, amministrativa ed ambientale;
- ❖ ricadute economiche a livello locale e a livello di "area vasta".

3.2.2. Alternativa di localizzazione

Tale possibilità nel caso di un giacimento minerario non può essere presa in considerazione in quanto a differenza di altre intraprese industriali, il bene da estrarre non può essere delocalizzato. Nel caso in oggetto, non riconducibile ai casi di insediamento di strutture industriali o di qualsiasi altra tipologia insediativa, *esiste un bene minerario naturale rappresentato dal giacimento di argille, che è ubicato in una ben precisa posizione e su tale localizzazione non si può operare chiaramente una scelta alternativa. Per di più, le caratteristiche mineralogiche di questo materiale non ne consentono la sostituzione con materiale proveniente da un'altra miniera. Il suo utilizzo, e di conseguenza la operatività della miniera, rappresenta quindi per la Polar un passo obbligato verso il mantenimento di quella quota di mercato.*

3.2.3. Alternative di processo o strutturali

Tra le possibili alternative, si è considerata quella del non riempimento dello scavo di coltivazione, che dal punto di vista economico avrebbe permesso un risparmio sulle spese di acquisizione dei materiali e sui costi operativi. Tale alternativa è stata scartata per effetto del notevole impatto che avrebbe arrecato sul territorio.

3.3. Ambito territoriale interessato

Gli ambiti potenziali di influenza dell'opera, sono stati perimetrati come di seguito indicato:

1. per quanto concerne le emissioni gassose e di polveri e la conseguente variazione della qualità dell'aria, si è considerata l'area che si estende fino ad un ambito di indagine di 1,5 km dalle aree interessate dai singoli cantieri;

2. per quanto riguarda i fattori, rumore e vibrazioni, l'area considerata si estende fino ad una distanza di 2 km dal perimetro della miniera cioè, comprende l'area stimata di maggior impatto;
3. per quanto attiene al paesaggio, l'ambito che si è considerato è quello interessato dai con di visuale e dal contesto morfologico al contorno.

3.4. Collegamenti con le reti infrastrutturali

La miniera di Santa Brà gode di buoni collegamenti verso le destinazioni finali, rappresentate dallo stabilimento di Piscinas (SU), dove avviene la essiccazione solare. Per il materiale con destinazione all'impianto di Piscinas, il traffico proveniente dal cantiere di Monte Senzu, non interessa strade interpoderali o di altro tipo, mentre, per i cantieri nei campi A, B e C il traffico interesserà le strade asfaltate che dagli stessi portano sulla strada statale n° 293 e da qui fino allo stabilimento di Piscinas.

3.5. Limiti operativi spaziali e temporali

Nel presente paragrafo, si indicano i limiti temporali e spaziali relativi alle tre differenti fasi del processo:

- ❖ preparazione del giacimento alla coltivazione;
- ❖ coltivazione del giacimento e ritombamento dello scavo;
- ❖ riabilitazione del sito.

Occorre precisare che l'ambito spaziale delle tre fasi, è quello riportato negli allegati grafici progettuali, mentre, l'ambito temporale è indicato nel diagramma di Gantt inserito nella presente.

3.6. Criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile

Il corpo minerario bentonitico ha una morfologia abbastanza regolare e tabulare che può essere ricondotta ad un parallelepipedo con superfici irregolari; non sono presenti dislocazioni tettoniche che possono influenzare in maniera sensibile la metodologia di coltivazione e la conseguente configurazione dello scavo. Il corpo minerario ha una giacitura sub orizzontale ed è ricoperto da un livello costante di terreno vegetale che rappresenta l'attuale piano di campagna. Di conseguenza la sua coltivazione è guidata dalla morfologia tabulare della superficie e da quella, altrettanto pianeggiante, del piano basale rappresentato dalle litologie sterili. Su una giacitura generale di questo tipo, è stata impostata una coltivazione a cielo aperto del genere "a fossa", che rappresenta il metodo più adatto per lo sfruttamento redditivo della risorsa mineraria conosciuta. Tale metodo di coltivazione è dal punto di vista degli impatti, il meno invasivo dopo la coltivazione in sottosuolo, perché permette di:

- ❖ mitigare l'impatto visivo poiché lo scavo risulta al di sotto del piano di campagna,
- ❖ ritombare l'area con gli sterili durante la stessa fase di coltivazione,
- ❖ non avere cumuli di materiali sterili inerti dislocati nel piano di campagna per lungo tempo: la contestuale ricolmata dello scavo, evita la formazione di stock per lunghi periodi, e le stesse operazioni di carico del materiale utile avvengono quasi in contemporanea alla fase di sbancamento. Unica eccezione è rappresentata dal cumulo di terra vegetale da riutilizzare nella ricostruzione e il cui volume sarà variabile in rapporto all'attività di ricolmata e a quella di scotico di nuove porzioni. La naturale rivegetazione spontanea di queste terre contribuisce nel tempo a diminuirne la visibilità. L'insieme di questi fattori, contribuisce ad una gestione ottimale anche degli impatti visivi, sia prossimi che lontani.
- ❖ ridurre parzialmente, durante la fase di estrazione vera e propria, l'emissione dei rumori e delle polveri nell'ambiente circostante per il fatto che i mezzi operano all'interno della "fossa".

3.7. Analisi costi-benefici delle varie opzioni

L'analisi "costi-benefici" che ne consegue risulta essere fondamentalmente positiva, per le seguenti ragioni:

l'attuale produzione della concessione mineraria "Santa Brà" ha la sua destinazione principale nel mercato regionale/nazionale/europeo delle bentoniti assorbenti e di quelle per utilizzo in ingegneria civile. Questo materiale può, inoltre, entrare in miscela con altre bentoniti sarde per la fornitura di altri mercati. Si tratta di volumi modesti (rispetto ai quantitativi prodotti dalla Polar in altre miniere) che occupano però settori indispensabili per la società ai fini di mantenere e migliorare l'attuale assetto nel mercato, dove la Polar si è da anni assicurata una posizione di rilievo. La possibilità di proseguire nello sfruttamento del giacimento bentonitico di Santa Brà, consentirà alla Polar di mantenere e possibilmente incrementare nel medio termine le quote di presenza in tali mercati. Particolari settori (bentoniti per opere di ingegneria) prevedono un sensibile aumento della richiesta di mercato permettendo di avere in proiezione dei margini di crescita maggiori. Risulta del tutto evidente quindi l'importanza che riveste per la Polar srl l'utilizzo di tale risorsa. La continuità sul mercato per queste particolari bentoniti, passa naturalmente e prioritariamente per la continuità operativa dei cantieri all'interno della concessione Santa Brà, tale fatto permette inoltre l'esistenza dello stabilimento societario di Piscinas, cui il materiale estratto viene trasferito per il trattamento richiesto. Tra le ulteriori ricadute economiche indirette del progetto è sicuramente da sottolineare l'indotto legato alla fase di trasporto del materiale verso questo stabilimento, ricadente su alcune imprese di trasporto della Sardegna sud-occidentale. L'indotto socio-economico diretto sulla comunità del Sulcis riguarda innanzitutto la continuità operativa del personale locale dipendente e quella dei terzisti locali a cui è affidata la movimentazione dei materiali in miniera. Le ditte di appalto, che opereranno con la Polar, impiegheranno minimo 5 unità lavorative. Altro indotto è rappresentato dagli affitti minerari che la società riconosce alla proprietà terriera occupata dal cantiere. Quale indotto indiretto sono da segnalare chiaramente le manutenzioni, il consumo dei carburanti e altri consumi generici, etc.

3.8. Indicazione delle possibili alternative di sito

Nel caso in oggetto, non riconducibile ai casi di insediamento di strutture industriali o di qualsiasi altra tipologia insediativa, *esiste un bene minerario naturale rappresentato dal giacimento bentonitico, che è ubicato in una ben precisa posizione e su tale localizzazione non si può operare chiaramente una scelta alternativa.*

Per di più, le caratteristiche mineralogiche di questo materiale non ne consentono la sostituzione con materiale proveniente da un'altra miniera.

Il suo utilizzo e di conseguenza la continuità operativa della miniera, rappresenta quindi per la Polar un passo obbligato verso il mantenimento di quella quota di mercato.

4. Descrizione introduttiva del progetto

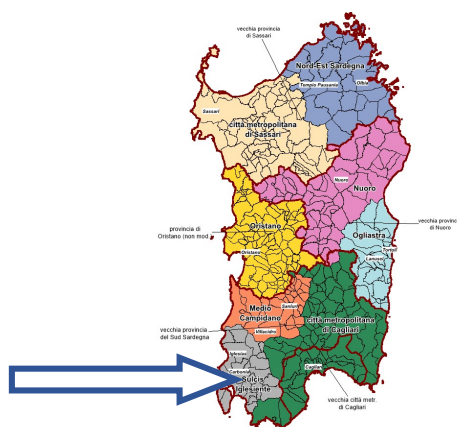
4.1. Premessa

Il seguente studio di impatto ambientale è a corredo della richiesta di valutazione di impatto ambientale per il rinnovo della concessione mineraria denominata Santa Brà, in concessione alla Società Polar S.r.l. con sede in Genova in Piazza della Vittoria 15/6.

Nella concessione mineraria Santa Brà, si avranno i seguenti cantieri:

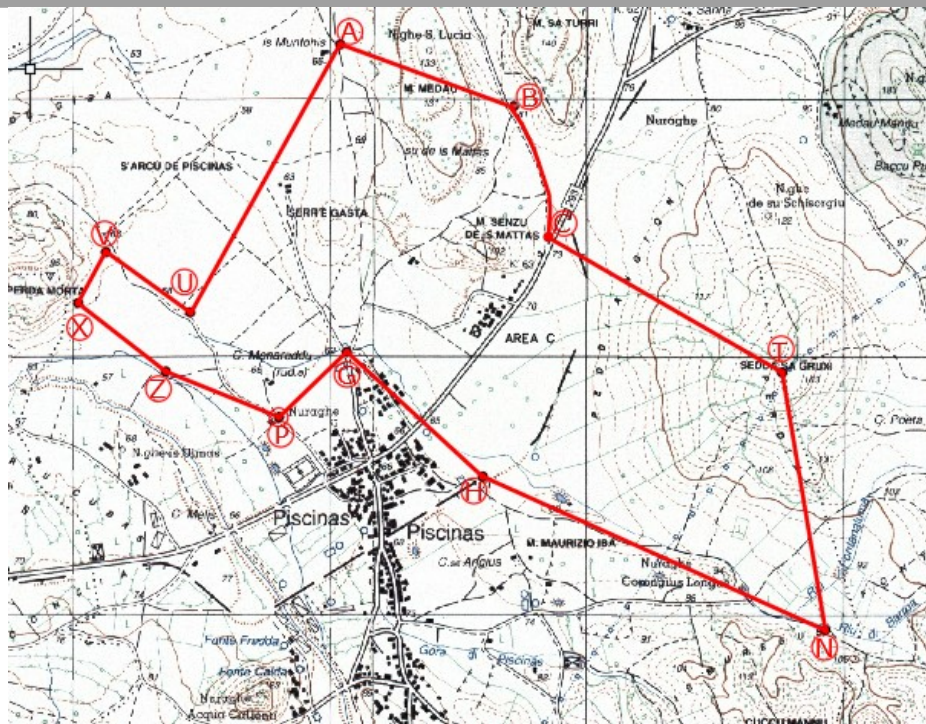
- ❖ progressivo riempimento del cantiere Sa Perda Morta e definitiva riabilitazione con un termine previsto a giugno 2021,
- ❖ coltivazione e rimodellamento morfologico del cantiere Monte Senzu,
- ❖ apertura dei nuovi cantieri nell'area a sud est, che prevede la coltivazione e il ritombamento degli scavi per la riabilitazione del territorio.

L'iniziativa proposta si inserisce in un'area della Sardegna sud occidentale nel territorio comunale di Piscinas nella provincia del Sulcis Iglesiente, in località Santa Brà.



L'area è ubicata sulla carta IGM 1:25000 e sulla Carta Tecnica Regionale 1:10000, come indicato nella tabella seguente.

| Cartografia | Identificativo | Denominazione |
|---------------|------------------------------------|-----------------|
| 1:25000 (IGM) | 564 sezione II 565 sezione III | Giba Santadi |
| 1:10000 (CTR) | 564 sezione 120 565 sezione 090 | Giba Santadi |



| | | | | | |
|-----|--------------|----------|---------|------------------|-----|
| | | 555 | | 556 | |
| | IV | I | IV | I | |
| | Calasetta | Carbonia | Narcao | Capoterra | |
| | 564 | | 565 | | |
| 563 | III | II | III | II | 566 |
| | Sant'Antioco | Giba | Santadi | Villa San Pietro | |
| | 572 | | 573 | | |

I canteri attualmente in attività nella Concessione mineraria sono due. Il primo denominato Monte Senzu, di interesse anche per le coltivazioni future, si raggiunge percorrendo la strada statale 293 da Giba in direzione Piscinas, attraversato il centro abitato, la destinazione si trova sulla sinistra dopo circa 750 metri, mentre il secondo, denominato Sa Perda Morta, che ad oggi ha in fase di ultimazione il ripristino, si raggiunge percorrendo una strada di penetrazione agraria che si diparte dalla parte a nord ovest del centro abitato di

Piscinas. Inoltre, il nuovo progetto di coltivazione prevede nuove aree di cantiere che si trovano sulla destra della strada statale 293 in direzione sud in riferimento ai due cantieri sopra citati.

4.2. Descrizione storica dell'attività

La concessione fu in prima istanza accordata nel febbraio 1974, per una durata di 15 anni, alla Süd-Chemie Italia S.p.A, appartenente alla Süd-Chemie A.G. di Monaco di Baviera. La titolare, aveva provveduto anche alla costruzione dell'impianto di trattamento della bentonite, ubicato lungo la S.S. 293, appena fuori dall'abitato di Piscinas, in posizione approssimativamente baricentrica rispetto all'area di concessione. Successivamente la concessione mineraria denominata "Santa Brà", per bentonite, argille smectiche e refrattarie, è stata accordata alla Società Sarda di Bentonite Srl subentrata nella titolarità, con decreto dell'Assessorato dell'Industria 213 del 1 luglio 1992. L'area della superficie inizialmente accordata era di 490,89 ettari; nello stesso anno, con decreto dell'Assessorato all'Industria n° 334 del 2 novembre 1992, veniva concesso l'ampliamento dell'area a 500,29 ettari. Successivamente attraverso la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, fu sottoposto a tale procedura il rinnovo della concessione finalizzato alla prosecuzione e completamento delle attività estrattive nell'area di Monte Senzu e alla coltivazione della nuova miniera di Sa Perda Morta, l'esito positivo fu sancito dalla deliberazione n. 7/22 del 30.1.2009. All'interno di questa procedura, la SSB propone la ridelimitazione dell'area di concessione mineraria, che avrà un'estensione ridotta a circa 278 ettari. La nuova delimitazione esclude il centro urbano di Piscinas mentre ingloba, oltre alla struttura impiantistica, le zone minerariamente conosciute e ancora potenzialmente utili, unitamente ad alcune aree confinanti con queste dove si ritiene ancora possibile la presenza di risorse di bentonite. Successivamente con Determinazione dell'Assessorato dell'Industria Servizio attività estrattive e recupero ambientale n°16957 Rep. N° 308 del 25 giugno 2015, si ha il trasferimento della concessione mineraria Santa Brà dalla Società Sarda di Bentonite srl alla Polar srl.

4.3. Specifica della natura giuridica dei soggetti proponenti e gestori dell'iniziativa

La Società Polar S.r.l. è una società a responsabilità limitata con sede a Genova in Piazza della Vittoria 15/6, nasce nel 2014, con amministratore unico il Dott. Pergolese Leandro.

Il settore di attività è quello della estrazione, lavorazione, trasformazione, distribuzione e compravendita di bentonite, di prodotti derivati dalla bentonite e di altri minerali a uso industriale e per il mercato dei grandi consumi, in conto proprio e in conto terzi. Inoltre la società può svolgere tutte le attività relative al commercio in Italia ed all'estero di prodotti per animali domestici, l'acquisizione e la concessione di contratti concessione, commissione o agenzia in relazione alle merci e ai servizi, analisi e consulenza, studi e ricerche relative al mercato di riferimento, tutte le attività commerciali e di consulenza nel settore specifico. Il codice ATECORI 2007 relativo all'attività prevalente è 08.12, comprendente estrazione di ghiaia e sabbia, estrazione di argille e caolino. I dati degli occupati relativi al 2020, sono: 16 dipendenti, sul totale 3 hanno impiego a tempo parziale e 13 a tempo pieno e sono così suddivisi: nella sede di Genova 1 responsabile amministrativo, 1 addetto vendite, 1 addetto acquisti, 1 addetto contabilità nella sede di Piscinas, 1 addetto logistica, 1 responsabile servizio prevenzione e protezione, 1 perito minerario, 1 responsabile stabilimento, 8 operai produzione.

4.3.1. Dipendenti

Nello sviluppo dei lavori, la concessione vedrà l'utilizzo delle seguenti figure professionali, dipendenti della società POLAR.

| <i>Unità previste</i> | <i>Quantità previste</i> |
|-----------------------|--------------------------|
|-----------------------|--------------------------|

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| <i>Direttore dei Lavori</i> | <i>1 (esterno)</i> |
| <i>Sorvegliante</i> | <i>1</i> |
| <i>RSPP</i> | <i>1 part time</i> |

La parte amministrativa viene effettuata direttamente nella sede di Genova, in cui sono impiegate n°4 persone.

I dipendenti della Polar in totale sono 16 di cui impiegati a Piscinas 12.

4.3.2. Macchinari

I macchinari e le attrezzature utilizzate per l'attività della miniera, sono indicate nella tabella seguente.

| ELENCO MEZZI DI CARICO E TRASPORTO | |
|---|---|
| Escavatore tipo Cat 323E | |
| Pala meccanica tipo Cat 920 | |
| Camion 4 Assi | |
| UTILIZZO MEZZI | |
| Pala meccanica | |
| Tipo d'utilizzo | <i>Unità di carico e coltivazione</i> |
| Escavatore | |
| Tipo d'utilizzo | <i>Opere di preparazione e coltivazione e unità di carico</i> |
| Camion 4 Assi | |
| Tipo d'utilizzo | <i>Trasporto tout-venant e sterile</i> |

4.3.3. Attività indotte legate all'iniziativa

All'interno dell'area della miniera, le operazioni di estrazione, movimentazione e trasporto dei minerali, vengono svolte da imprese esterne che svolgono la loro prestazione lavorativa per conto della società madre.

Le imprese esterne si occupano di:

- ❖ estrazione del minerale;
- ❖ movimentazione del minerale;
- ❖ trasporto del minerale,
- ❖ movimentazione dello sterile,
- ❖ rimodellamento delle aree coltivate.

Le imprese esterne operanti nella miniera sono:

| | |
|--------------|----------------------------------|
| <i>Ditta</i> | <i>Unità lavorative previste</i> |
| Esterna | 5 |

5. Atti pianificatori sul territorio

In questo capitolo, si forniscono 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-artistici, 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.

Di seguito quindi, vengono esaminati i principali elementi conoscitivi e gli atti di programmazione e pianificazione considerati.

5.1. Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)

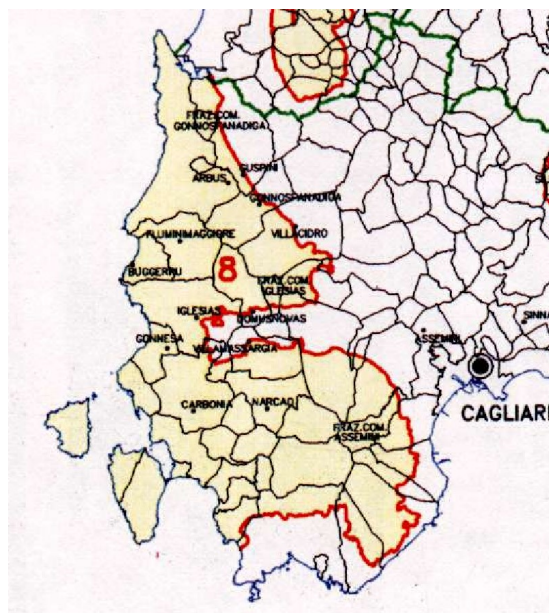
L'area secondo lo strumento della pianificazione territoriale comunale, ricade in zona agricola.

5.2. Piano Regionale Attività Estrattive (P.R.A.E.)

Il piano regionale per le attività estrattive, riguarda le attività minerarie e si è preso in considerazione ai fini della presente. L'iniziativa si trova esternamente allo strato rosso in cui è vietata l'apertura di nuove attività estrattive.

5.3. Parco Geominerario della Sardegna

Il sistema del Parco Geominerario della Sardegna, consta di 8 aree che rappresentano la sintesi dal punto di vista storico, tecnico e scientifico dell'attività mineraria della Sardegna. La delimitazione delle diverse aree, è stata definita attraverso la sovrapposizione delle diverse valenze emergenti nel territorio considerato. La zona in esame, ricade all'interno dell'area del Parco Geominerario, infatti, risulta interna dell'area n°8 denominata Sulcis-Iglesiente-Guspinese che interessa una superficie di 2455 kmq pari al 65% dell'estensione totale delle aree comprese nel Parco.



5.4. Legge 21.11.2000 n° 353

Per quanto concerne la legge quadro sugli incendi boschivi, i terreni in esame non risultano interessati dal divieto e dalle prescrizioni derivanti da questo strumento normativo.

5.5. Legge Regionale n° 31-89

Secondo i dettati della legge regionale n°31 del 1989 che detta “Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale”, sono stati individuati:

5.5.1. Parco Naturale Regionale del Sulcis

L'area non è compresa all'interno della perimetrazione del Parco del Sulcis, che ricade nella provincia del Sud Sardegna e precisamente nei territori dei comuni di Assemini, Capoterra, Domus de Maria, Santadi, Nuxis, Narcao, Siliqua, Pula, Sarroch e Villa San Pietro.

Oltre a due aree SIC (M.te Arcosu e Canale su Longuvresu), è presente un'oasi permanente di protezione faunistica ed il Parco Geominerario.

Il sito è ricompreso all'interno della perimetrazione proposta con la L.R. 31/1989 in cui si identificava il Parco Naturale del Sulcis e dove ricadono nove foreste demaniali (Pantaleo, Tamara Tiricu, Rosas, Orri, Campanasissa, Pixinamanna, Is Cannoneris, Monte Nieddu, Gutturu Mannu).

La vegetazione è formata in prevalenza da boschi di leccio solitamente misti con specie della macchia mediterranea e costituisce la più estesa lecceta del mediterraneo.

Le foreste demaniali sono dotate di numerosi fabbricati in parte ristrutturati e utilizzati come foresteria e centro di accoglienza, e altri che necessitano di adeguati interventi di adeguamento per essere funzionali anche per l'attività didattica ed educativa.

5.5.2. Monumenti naturali

Non sono presenti entro i perimetri comunali di Piscinas.

5.5.3. Riserve naturali, aree protette e aree di interesse

Entro il perimetro comunale di Piscinas non sono presenti: aree protette, aree di interesse e riserve naturali faunistiche.

5.6. Siti di interesse comunitario (SIC) e zone di protezione speciali (ZPS)

L'area non è inserita all'interno di aree delimitate come aree di interesse comunitario e come zone di protezione speciali e non risultano presenti nel territorio comunale di Piscinas.

5.7. Area ad alto rischio ambientale

L'area del comune di Piscinas, rientra nella perimetrazione del sito di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese come stabilito dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio del 12 marzo 2003, ma risulta al di fuori della perimetrazione dell'area ad elevato rischio di crisi ambientale interessata dal piano di disinquinamento di cui al DPCM del 23 aprile 1993. La perimetrazione del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese, approvata con DGR 27/13 del 1 giugno 2011 e oggetto di Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 304 del 28 ottobre 2016, riguarda un territorio nel quale le aree a terra, escluse le aree minerarie che occupano una superficie di 9100 ettari, risultano pari a circa 10600 ettari, mentre, le aree a mare hanno una estensione di 32415 ettari. L'immagine seguente mostra le aree interessate.



5.7.1. Agglomerato industriale di Portovesme

L'agglomerato industriale di Portovesme si trova nel territorio comunale di Portoscuso, in esso si trovano attività riconducibili principalmente al settore energetico e metallurgico, con dimensioni ragguardevoli per produzioni annue che determinano, nello svolgimento dei diversi processi, una serie di carichi (idrici, atmosferici e di rifiuti) che vanno ad impattare negativamente sull'ambiente circostante.

5.7.2. Aree minerarie dismesse

All'interno di questa macrocategoria, rientrano quelle aree inquinate e/o degradate dal punto di vista geoidrogeologico a seguito di attività minerarie pregresse o in atto ricadenti nella perimetrazione del sito d'interesse nazionale. Nel territorio comunale interessato dalla attività in oggetto, è presente la seguente area mineraria dismessa: S'Arcu Mannu (Ba, Pb, Zn, Fe).

5.8. Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

L'area di miniera è censita cartograficamente come area delle colture erbacee specializzate delle componenti di paesaggio con valenza ambientale.

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), ottempera fondamentalmente ai disposti legislativi di seguito indicati:

- ❖ decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice Urbani);
- ❖ decreti legislativi 24 marzo 2006 numeri 156 e 157 (disposizioni correttive ed integrative al Codice Urbani);
- ❖ decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 dicembre 2005,

ed è stato emanato con le seguenti finalità:

- ❖ preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- ❖ proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- ❖ assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

Il territorio comunale in oggetto, ricade all'interno dell'ambito territoriale definito dal Piano Paesaggistico Regionale e di seguito indicato:

| | Ambito di paesaggio | Denominazione ambito | Superficie ambito (kmq) |
|----------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| Piscinas | N° 5 | Anfiteatro del Sulcis | 257,32 |

Quindi, come si può evincere dalla tabella precedente, il territorio comunale di Piscinas è interessato da un unico territorio d'ambito e precisamente da quello denominato Anfiteatro del Sulcis ed identificato con il numero 5, le superfici interessate sono le seguenti:

| <i>Superficie comunale interessata dagli ambiti di paesaggio</i> | | | | |
|--|---|---|--|---|
| <i>Comune</i> | <i>Classificazione</i> | <i>Superficie territorio comunale kmq</i> | <i>Superficie comune in ambito kmq</i> | <i>Percentuale territorio coinvolto nell'ambito %</i> |
| Piscinas | Non costiero con il territorio interessato parzialmente | 16,90 | 13,83 | 81,83 |

La struttura dell'ambito di paesaggio numero 5, denominato Anfiteatro del Sulcis, è definita dalla particolarità ambientale del sistema delle piane agricole costiere che dal sistema idrografico del Rio San Milano (San Giovanni Suergiu) si sviluppano a sud fino a lambire i margini dei rilievi granitici che culminano nel promontorio di Punta di Cala Piombo (Sant'Anna Arresi). Le piane agricole costituiscono un vasto compendio, caratterizzato da un complesso sistema di aree umide litoranee prospicienti la fascia costiera del Golfo di Palmas, sulla quale si struttura una rete insediativa complessa e un dispositivo di drenaggio idraulico e di protezione periferica delle zone umide dall'afflusso idrico. Le zone umide costiere costituiscono un sistema complesso di vasche di evaporazione di produzione saliniera, di cui fanno parte lo Stagno di Santa Caterina e le Saline di Sant'Antioco, lo Stagno di Mulargia e di Porto Botte e il sistema di spiagge e lagune di Porto Pino-Stagno is Brebeis nel settore meridionale dell'ambito paesaggistico. Il settore nord-orientale dell'ambito di paesaggio è definito dal sistema orografico dei rilievi vulcanici di Monte San Michele Arenas e Monte Narcao e dai margini occidentali del sistema orografico del massiccio del Sulcis. L'invaso artificiale di Monti Pranu, localizzato in posizione paesaggisticamente strategica a ridosso dei rilievi vulcanici che definiscono morfologicamente l'anfiteatro del Sulcis, si colloca in prossimità dell'imboccatura della valle che collega le piane costiere al sistema delle piane agricole del Sulcis più interno di Narcao, Nuxis e Santadi.

5.9. Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna

Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (in seguito denominato PAI) è redatto, adottato e approvato ai sensi:

- della legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", ed in particolare dei suoi articoli 3, 17, 18, 20, 21 e 22;
- dell'articolo 1, commi 1, 4, 5 e 5-bis, del decreto legge 11.6.1998, n. 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", convertito con modificazioni dalla legge 3.8.1998, n. 267;

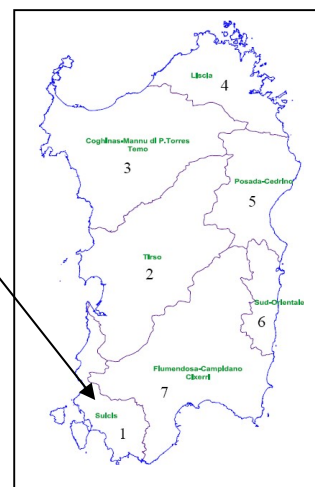
- c. dell'articolo 1-bis, commi 1-4, del decreto legge 12.10.2000, n. 279, "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
- d. del D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180";
- e. della legge della Regione Sardegna 22.12.1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale", e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n° 9.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) individua le aree a rischio per fenomeni di piena e di frana, secondo quanto previsto dalla Legge 267/98. Il Piano è il risultato delle seguenti fasi:

- ❖ predisposizione della "Proposta di Piano" nel giugno del 2001,
- ❖ pubblicazione presso gli Enti Locali coordinata dal Genio Civile delle diverse Province;
- ❖ conferenze programmatiche (ai sensi art. 1bis L. 365/2000) per la raccolta delle osservazioni al piano;
- ❖ analisi e controdeduzioni delle osservazioni e loro integrazione nella stesura definitiva del Piano;
- ❖ redazione del Piano.

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette sub bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987. Ognuno dei sub-bacini è caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale, la tabella di seguito riportata riporta i dati delle superfici dei singoli sub bacini.

| N° | Sub bacino | Superficie (Km ²) | % |
|--------|------------------------------|-------------------------------|------|
| 1 | Sulcis | 1.646 | 6,8 |
| 2 | Tirso | 5.327 | 22,2 |
| 3 | Coghinas-Mannu-Temo | 5.402 | 22,5 |
| 4 | Liscia | 2.253 | 9,4 |
| 5 | Posada – Cedrino | 2.423 | 10,1 |
| 6 | Sud-Orientale | 1.035 | 4,3 |
| 7 | Flumendosa-Campidano-Cixerri | 5.960 | 24,8 |
| Totale | | 24.046 | 100 |



5.9.1. Sub bacino del Sulcis

Il Sulcis-Iglesiente si estende per 1640 Km², pari a circa il 7% dell'intero territorio sardo, ed è interessato da due invasi in esercizio. I corsi d'acqua più rilevanti sono costituiti dai seguenti rii:

- ❖ Rio Palmas, alimentato dalla confluenza del Rio Mannu di Narcao, del rio Gutturu de Ponti e del Rio Mannu di Santadi; il suo bacino imbrifero ricopre il territorio per la maggior parte.
- ❖ Rio Santu Milanu, attraversante la zona meridionale dell'abitato di Carbonia.
- ❖ Rio Cannas, attraversante la zona settentrionale dell'abitato di Carbonia.
- ❖ Rio Flumentepido, compreso fra Carbonia e Gonnese.
- ❖ Rio Mannu di Fluminimaggiore, che riceve i contributi del Rio Bega, del Rio Antas e del Rio is Arrus.
- ❖ Rio Piscinas, che si sviluppa nella stretta vallata fra Monteponi e Montevecchio.

La rete idrografica è completata da alcuni rii minori, di breve corso sviluppantisi, in genere, perpendicolarmente alla linea di costa.

5.9.2. Perimetrazione delle aree di pericolosità e di rischio

Il PAI ha previsto la suddivisione delle aree di pericolosità idraulica secondo la seguente classificazione:

- ❖ molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1)

e disciplina le aree di pericolosità da frana con suddivisione secondo la seguente classificazione:

- ❖ molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1).

Inoltre, con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica come indicato in precedenza.

Le aree a rischio idraulico sono classificate come segue:

- ❖ molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1).

Le aree a rischio da frana sono classificate nel modo seguente:

- ❖ molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1).

5.9.2.1. Rischio idraulico

Secondo la notazione usuale, il Rischio idraulico (Ri) è definito come il prodotto di tre fattori secondo l'espressione:

$$Ri = Hi \cdot E \cdot V$$

Ri = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli riportati nella tabella seguente, dove sono evidenziati gli estremi superiori delle classi.

| Classe | Intensità | Valore | Descrizione degli effetti |
|--------|---------------|--------------|---|
| Ri1 | Moderato | $\leq 0,002$ | danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali |
| Ri2 | Medio | $\leq 0,005$ | sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche |
| Ri3 | Elevato | $\leq 0,01$ | sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale |
| Ri4 | Molto elevato | ≤ 0.02 | sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche |

Hi = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno (T) di 50, 100, 200 e 500 anni.

E = elementi a rischio; ai sensi del citato DPCM sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi. Ai fini del presente lavoro si classificano secondo la tabella seguente, nella quale ad ogni classe è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1.

| Classi | Elementi | Peso |
|--------|--|------|
| E1 | Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4; Zona boschiva; Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso); Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione | 0.25 |
| E2 | Zona agricola generica; Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni; Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...). | 0.50 |
| E3 | Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali); Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti; Beni naturali protetti e non, beni archeologici; Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette; Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva; Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili). | 0.75 |
| E4 | Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di | 1.00 |

| | | |
|--|--|--|
| | significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi; Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale; Aree di intensa frequentazione turistica (zone residenziali estive, alberghiere; zone campeggi e villaggi turistici, spiagge e siti balneari, centri visita etc.); Beni architettonici, storici e artistici; Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali); Porti vari, aeroporti, stazioni. | |
|--|--|--|

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alla sollecitazioni indotte dall'evento e quindi grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, secondo quanto si evince dal DPCM, è stata assunta pari all'unità; per quanto concerne agli elementi di alto tipo occorrerebbe provvedere ad effettuare analisi di dettaglio sui singoli cespiti ma esse esulano dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge e, pertanto, anche a tali elementi è stato attribuito un valore di vulnerabilità ancora unitario. Ciò non toglie la possibilità, in fasi successive di approfondimento dei piani, di poter provvedere ad una opportuna ricalibratura del parametro sulla base di studi specifici di settore.

5.9.2.2. Rischio geomorfologico

Analogamente alla definizione del rischio idraulico, il rischio geomorfologico è definito come prodotto fra la pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio E la loro vulnerabilità V.

$$R_g = H_g E V$$

Anche per il rischio geomorfologico totale Rg si è operata una quantificazione secondo 4 livelli riportati nella tabella seguente, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi.

| Classe | Intensità | Valore | Descrizione degli effetti |
|-----------------|---------------|--------|---|
| Rg ₁ | Moderato | ≤ 0,25 | danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali |
| Rg ₂ | Medio | ≤ 0,50 | sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche |
| Rg ₃ | Elevato | ≤ 0,75 | sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale |
| Rg ₄ | Molto elevato | ≤ 1.00 | sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche |

Hg = la pericolosità geologica, al contrario della definizione di pericolosità idraulica, è di non agevole definizione in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso. Per tale motivo si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi come mostrato nella seguente tabella.

| Classe | Intensità | Valore | Descrizione |
|--------|---------------|--------|--|
| Hg0 | Nulla | 0 | aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze < 20% |
| Hg1 | Moderata | 0,25 | aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35% |
| Hg2 | Media | 0,50 | aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente e con pendenze comprese tra 35 e 50%, falesie lungo le coste |
| Hg3 | Elevata | 0,75 | aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza |
| Hg4 | Molto elevata | 1 | aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro |

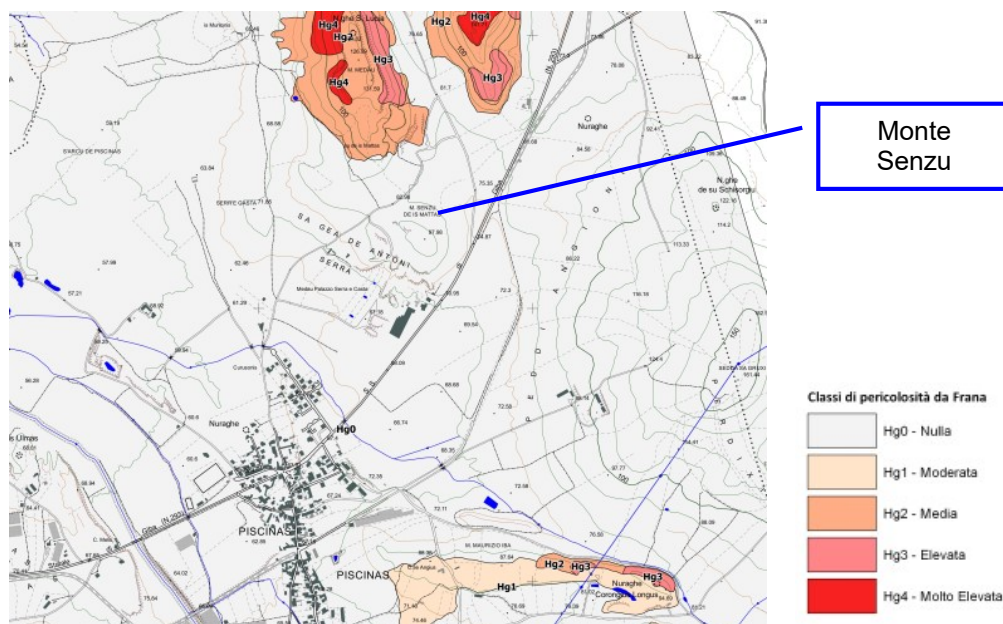
E = elementi a rischio, sono definiti comunemente alla parte idraulica.

V = la vulnerabilità, è definita similmente alla parte idraulica.

5.9.3. Analisi delle perimetrazioni della zona

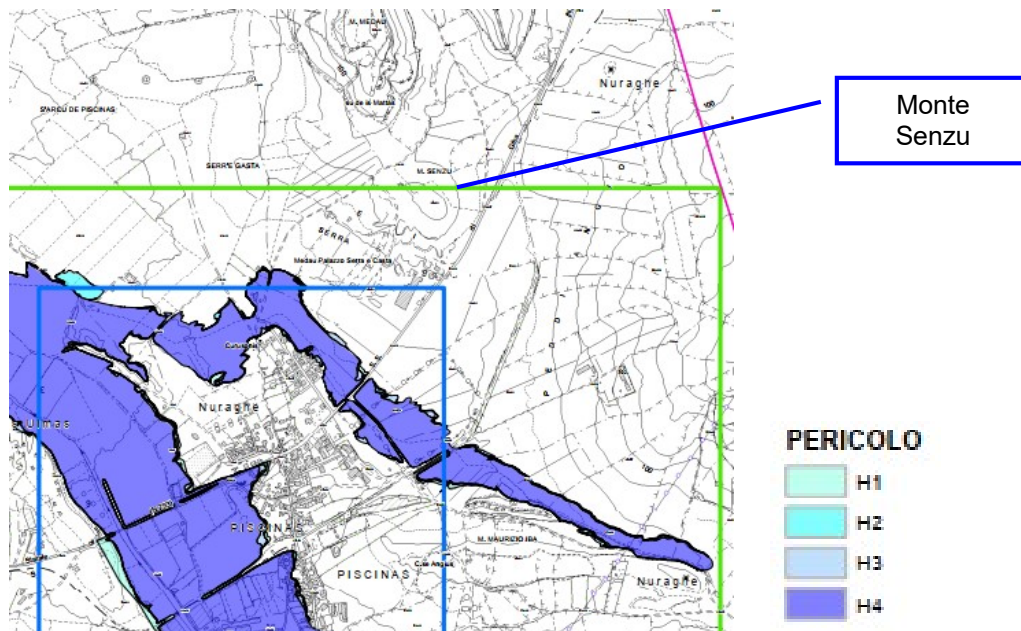
5.9.3.1. Aree di pericolosità geomorfologica

Il territorio comunale di Piscinas, presenta diverse aree con pericolosità geomorfologica sia nella parte nord sia nella parte sud rispetto al centro abitato, come indica l'immagine seguente (Cartografia del PUC - <http://www.comune.piscinas.ci.it>).



5.9.4. Aree di pericolosità idraulica

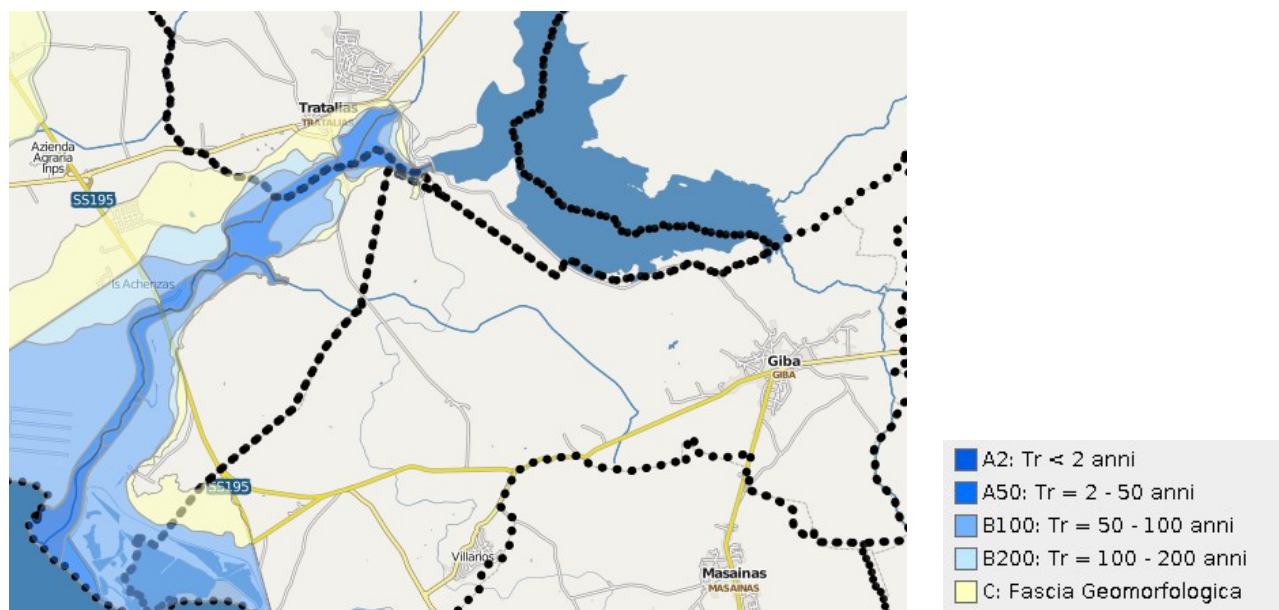
Il territorio comunale di Piscinas, presenta diverse aree con pericolosità idraulica come indica l'immagine seguente (Cartografia del PUC - <http://www.comune.piscinas.ci.it>).



5.10. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'articolo 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della legge 18 maggio 1989, n° 183. Il PSFF ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento

conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali. Il PSFF, costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali. L'immagine che segue (<http://www.sardegnageoportale.it>) indica che la zona di nostro interesse, è priva di preclusioni date da questo strumento di pianificazione, che interessa invece il territorio di Tratalias e marginalmente il comune di Giba.



5.11. Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di alluvioni, previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010 è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni. La zona di nostro interesse, è priva di preclusioni date da questo strumento di pianificazione.

5.12. Nulla osta acquisiti

5.12.1. Assessorato Difesa Ambiente - Ispettorato Ripartimentale delle Foreste –

La zona della concessione mineraria, non risulta sottoposta a vincolo forestali come certificato nella nota del Servizio territoriale Ispettorato ripartimentale di Iglesias datata 27 febbraio 2008 con protocollo 15216, a supporto della valutazione di impatto ambientale per il rinnovo della concessione mineraria.

5.12.2. Assessorato Enti Locali – Servizio tutela del paesaggio

Si è in possesso del parere favorevole espresso in data 5 settembre 2017 per una durata di anni 5, con protocollo n° 33620/TP/CA-CI.

5.12.3. Ministero per i Beni e le Attività Culturali - Soprintendenza Archeologica –

Il parere rilasciato dalla Soprintendenza Archeologica di Cagliari in data 5 maggio 2009 con protocollo 2684 è favorevole.

6. Quadro di riferimento progettuale

Il quadro di riferimento progettuale, si pone l'obiettivo di descrivere il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessati.

6.1. Indicazioni geolitologiche e tettoniche del sito

Le manifestazioni tufaceo-bentonitiche di interesse industriale di quest'areale del Sulcis, sono da ricollegare al più generale sistema vulcanico del Sulcis; si tratta, infatti, dell'alterazione argillosa dei livelli e/o accumuli di natura tufacea, solitamente collegati alle effusioni laviche compatte del ciclo vulcanico oligo-miocenico. Questi tufi hanno generalmente colmato, depressioni e concavità di varia origine, presenti nel substrato.

6.1.1. Definizione di tipo e qualità del materiale estrattivo

Dal punto di vista mineralogico le bentoniti in generale risultano costituite da argilla montmorillonitica (smectite) in percentuale compresa tra il 60 e il 90%. La maggiore o minore qualità del materiale risulta direttamente proporzionale alla montmorillonite presente. Dal punto di vista chimico, oltre al calcio, possono essere presenti, in quantità variabili, anche il sodio, il magnesio, il manganese e il titanio. Le impurità sono generalmente rappresentate da ossidi di ferro e dal carbonato di calcio, oltre che dalla presenza di piccoli residui micacei e quantità variabili di sabbia. Tali impurità, se presenti oltre certi valori che sono strettamente legati alla tipologia di utilizzo, possono chiaramente comprometterne l'impiego. Di seguito, si riportano i dati medi relativi alle analisi chimiche effettuate sulle bentoniti presenti nel sito.

| | <i>Bentonite</i> | <i>Bentonite</i> |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| <i>Parametro</i> | <i>U.M.</i> | <i>U.M.</i> |
| | <i>%</i> | <i>mg/kg</i> |
| Al ₂ O ₃ | 19,4 | |
| CaO | 2,3 | |
| Fe ₂ O ₃ | 3,1 | |
| K ₂ O | 1,3 | |
| MgO | 4,2 | |
| Na ₂ O | 1,8 | |
| SiO ₂ | 60,2 | |
| TiO ₂ | 0,25 | |
| Perdita alla calcinazione | 7,2 | |
| Arsenico | | 0,6 |
| Zolfo | | 220 |
| Manganese | | 52,3 |
| Piombo | | 1,6 |

Le bentoniti sarde sono generalmente di tipo calcico per cui, ai fini di un utilizzo industriale, si ha la necessità di correggerle con l'aggiunta di sali sodici. Hanno un potere rigonfiante in acqua pari a 2-3 volte il volume iniziale; l'additivazione con il carbonato di sodio aumenta tale caratteristica fino al valore di 10-11 migliorandone anche le loro capacità assorbenti, emulsionanti, glutinanti, coesive e impermeabilizzanti. Un'altra caratteristica che può essere migliorata con l'additivazione è l'azione decolorante, ottenuta però con l'utilizzo di acidi minerali.

Le caratteristiche geotecniche delle argille bentonitiche del sito sono:

- ❖ coesione 54 kN/m²,
- ❖ angolo di attrito 23°,
- ❖ il valore relativo al peso specifico utilizzato nei calcoli è pari a 1,7 t/m³.

6.1.2. Caratteri merceologici

Le bentoniti in oggetto, con le loro capacità di assorbimento, coesione, viscosità, ecc., trovano ottima applicazione in diversi settori, con particolare riguardo a:

- ❖ preparazione di lettiere per animali,
- ❖ polveri di bentonite per bonifiche di serbatoi e cisterne,
- ❖ grezzi per le bonifiche ambientali.

Ai fini della presente valutazione ed in relazione ai dati provenienti dai logs dei sondaggi, dal punto di vista merceologico le bentoniti per la preparazione di lettiere per gatti sono state indicate come bentoniti A, mentre le argille bentonitiche da utilizzare nell'ingegneria civile (bonifiche ed altri utilizzi), sono state indicate come bentoniti B.

6.1.3. Distribuzione areale del materiale utile nella concessione e al contorno dell'area

L'area della concessione mineraria Santa Brà, ha finora mostrato una continuità delle diverse zone coltivate, infatti, queste non hanno mai mostrato una chiusura laterale o un esaurimento della bentonite, lasciando aperta la possibilità di sfruttare le zone comprese entro le aree coltivate e quelle in progetto e le aree limitrofe a queste. Le attuali conoscenze dell'area di indagine, si basano sui risultati dei rilievi geologici di superficie e su alcuni sondaggi realizzati negli anni 70. Le interpretazioni effettuate su questi studi e le descrizioni litologiche effettuate a suo tempo sui sondaggi, confermano la presenza delle litologie bentonitiche in questo areale. Ulteriori indicazioni, si sono ovviamente dedotte dalla esatta conoscenza giacimentologica e stratigrafica dell'attuale zona mineraria coltivata e dalle ricerche effettuate negli anni successivi.

Data la natura geologica del territorio compreso nella concessione mineraria, sono presenti aree che potrebbero essere potenzialmente sfruttate a fini industriali.

In particolare il giacimento bentonitico di Santa Brà, presenta continuità nella zona a sud est rispetto all'area in cui si trova l'impianto ed anche nell'area a nord nella zona del Monte Senzu.

In particolare l'azienda ottenne a suo tempo le autorizzazioni per effettuare le ricerche esplorative tramite sondaggi in aree comprese entro la concessione Santa Brà, che furono autorizzate con deliberazione della RAS n° 13/15 del 15.3.2011 relativamente all'intervento di "Ricerca mineraria in territorio del Comune di Piscinas, attraverso sondaggi, all'interno della Concessione Mineraria denominata 'Santa Brà per bentonite, argille smettiche e refrattarie'".

Il progetto consisteva nell'attività di ricerca mediante l'esecuzione di n°142 sondaggi a carotaggio, aventi profondità media di 20 metri e diametro di 101 millimetri ai fini di una futura coltivazione su un'area di circa 160 ettari suddivisa in 5 campi di ricerca.

La posizione dei sondaggi utilizzati per le valutazioni, è indicata nell'allegato 11, 11a, 11b e 11c, la loro descrizione stratigrafica come fornita dalla committenza è riportata nell'allegato 10, la tabella seguente riassume per ogni campo di coltivazione la loro denominazione.

| Area coltivazione | Sondaggi |
|-------------------|---|
| Campo A | SBM19-SBM20-SBM21-SBM22-SBM23-SBM24-SBM25-SBM26-SBM27-SBM28-SBM29-SBM30 |
| Campo B | SBM31-SBM32-SBM33-SBM34-SBM35-SBM37 |
| Campo C1 | SBM38-SBM40-SBM49-SBM56 |
| Campo C2 | SBM42-SBM43-SBM51-SBM53-SBM54 |
| Campo C3 | SBM41-SBM45-SBM46-SBM47 |

| | |
|-------------|----------------------|
| Monte Senzu | P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7 |
|-------------|----------------------|

Nelle planimetrie sono presenti ulteriori sondaggi, esterni alle aree di coltivazione la cui stratigrafia non evidenzia la presenza di bentonite pertanto hanno attraversato litologie sterili e non sono stati considerati per il cubaggio del materiale ma esclusivamente per delimitare le aree produttive.

6.1.3.1. Bentonite A e bentonite B

Per il calcolo delle volumetrie del giacimento e per la successiva fase di calcolo dei ricavi dovuti alla vendita del minerale, sono state definite in relazione alle caratteristiche chimiche, fisiche e merceologiche, due tipologie di bentonite, che per semplicità, sono state raggruppate in due tipologie omogenee, denominate bentonite A e bentonite B.

All'interno della tipologia denominata A, sono state ricomprese le tipologie per l'industria delle lettieri.

All'interno della tipologia B, sono state ricomprese le bentoniti da utilizzare per l'ingegneria civile.

6.1.4. Carta geolitologica e sezioni

La carta geolitologica della zona di interesse della miniera, è allegata alla presente come allegato n° 4, tale carta è in scala 1:10000. Nell'allegato n° 10, sono riportate in dettaglio le colonne stratigrafiche dei fori di sonda con recupero di carota effettuati nell'area di progetto, la cui ubicazione planimetrica è riportata nell'allegato n°11.

6.2. Previsione sulle quantità di bentonite da estrarre complessivamente e mediamente nell'arco di ogni anno

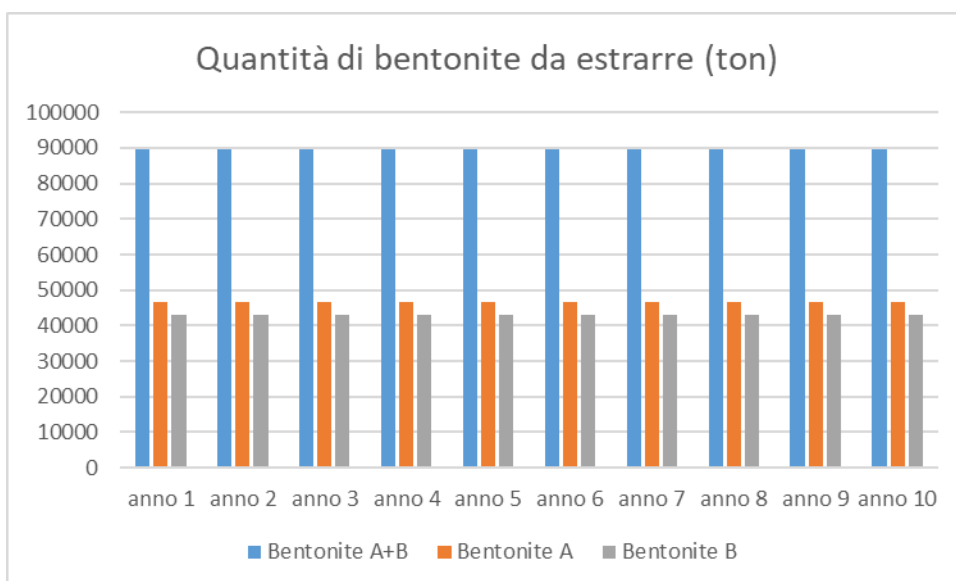
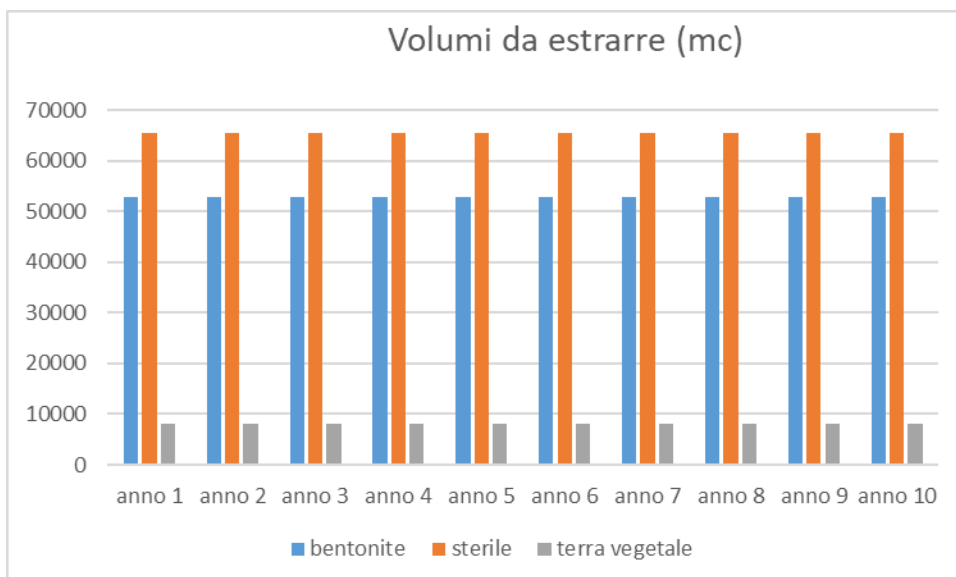
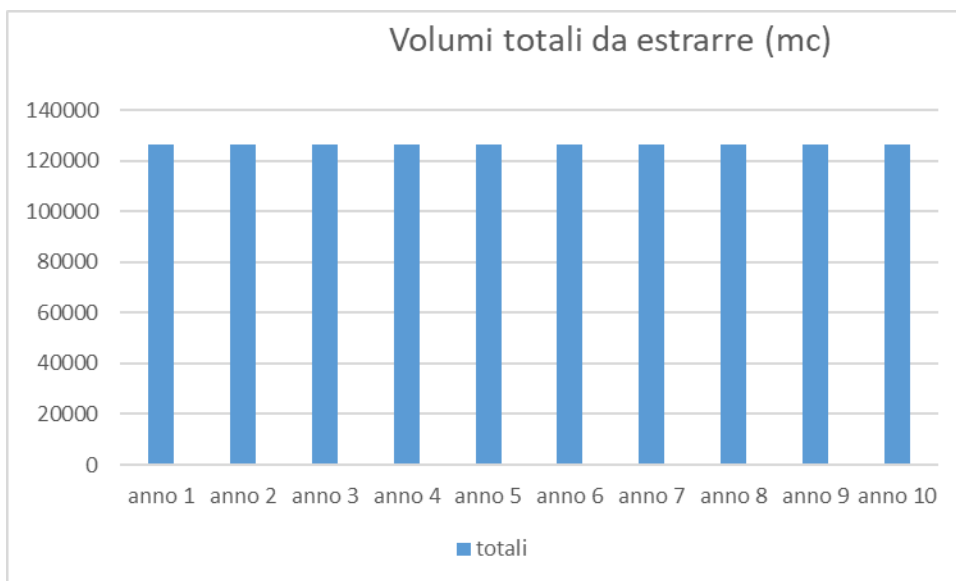
Il tonnello disponibile consente di programmare una produzione pari a 10 anni.

Di seguito si riportano i dati relativi alle volumetrie (metri cubi in situ) suddivise nelle categorie principali e alle quantità di bentonite da vendere (tonnellate) suddivise nelle due categorie A e B..

| Anni di produzione | Volume totale da asportare (mc) | Terra vegetale (mc) | Volume sterile (mc) | Volume bentonite (mc) |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Da 1 a 10 | 126.466 | 80.286 | 656.392 | 527.983 |

| Anni di produzione | Quantità totale bentonite da vendere (ton) | Quantità totale bentonite A da vendere (ton) | Quantità totale bentonite B da vendere (ton) |
|--------------------|--|--|--|
| Da 1 a 10 | 897.571 | 466.961 | 430.610 |

Le produzioni annuali previste sono riportate nei grafici seguenti e sono indicate sia come volumi espressi in metri cubi che come tonnellate da asportare.



6.3. Indicazione delle eventuali fasce di rispetto attuate

Non si creeranno fasce di rispetto in quanto i limiti dell'area di concessione sono a notevole distanza, i lavori rientreranno all'interno dell'area indicata negli allegati progettuali.

I lavori minerari, così come stabilito dal DPR 9 aprile 1959 n° 128 (Norme di polizia delle miniere e delle cave) integrato e modificato dal D. Lgs. 25 novembre 1996, n. 624 e dall'articolo 114 comma 5 della Legge 23 dicembre 2000 n. 388, sono ubicati a distanze superiori a:

- 10 metri** da strade di uso pubblico non carrozzabili;
da luoghi cinti da muro destinati ad uso pubblico;
- 20 metri** da strade ad uso pubblico carrozzabili, autostrade e tramvie;
da corsi d'acqua senza opere di difesa;
da sostegni o da cavi interrati di elettrodotti, di linee telefoniche o telegrafiche o da sostegni di teleferiche che non siano ad uso esclusivo delle escavazioni predette;
da edifici pubblici e da edifici privati non disabitati;
- 50 metri** da ferrovie; da opere di difesa dei corsi d'acqua, da sorgenti, acquedotti e relativi serbatoi; da oleodotti e gasdotti; da costruzioni dichiarate monumenti nazionali.

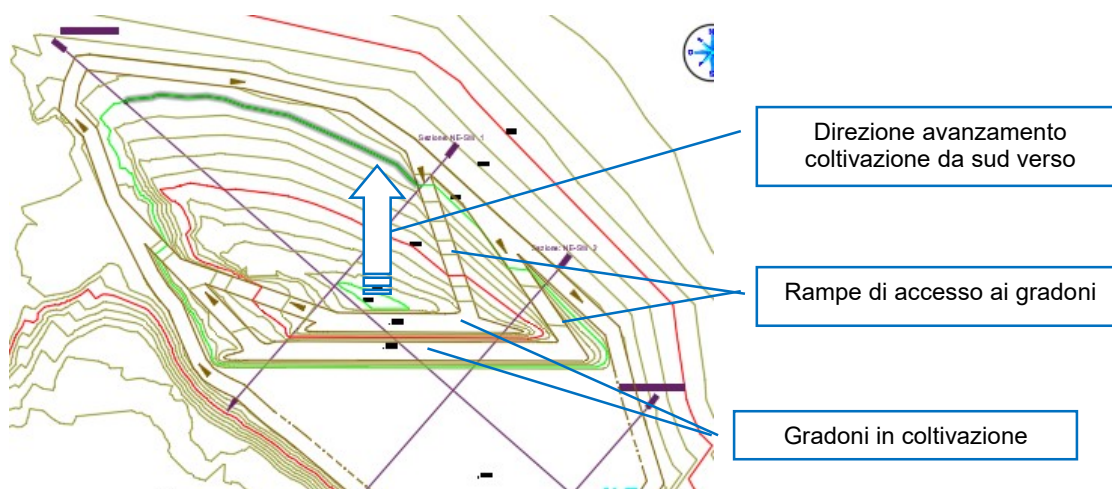
6.4. Descrizione del metodo di coltivazione

Di seguito si riportano le modalità di coltivazione per le due zone, la zona di Monte Senzu e la zona dei campi A, B e C, la sequenza prevede la coltivazione con la seguente tempistica:

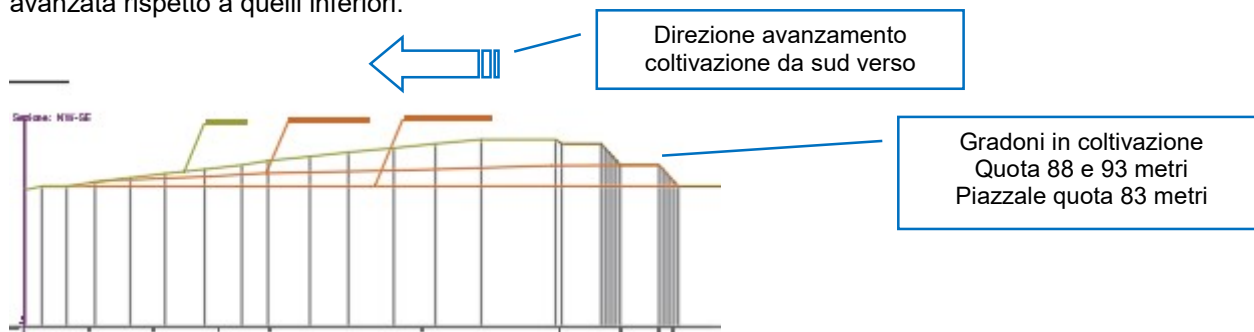
| Sequenza di coltivazione |
|--------------------------|
| C1 |
| C2 |
| Monte Senzu |
| C3 |
| B |
| A |

6.4.1. Area Monte Senzu

In questa area la coltivazione procederà da sud verso nord, con i gradoni in direzione est-ovest.



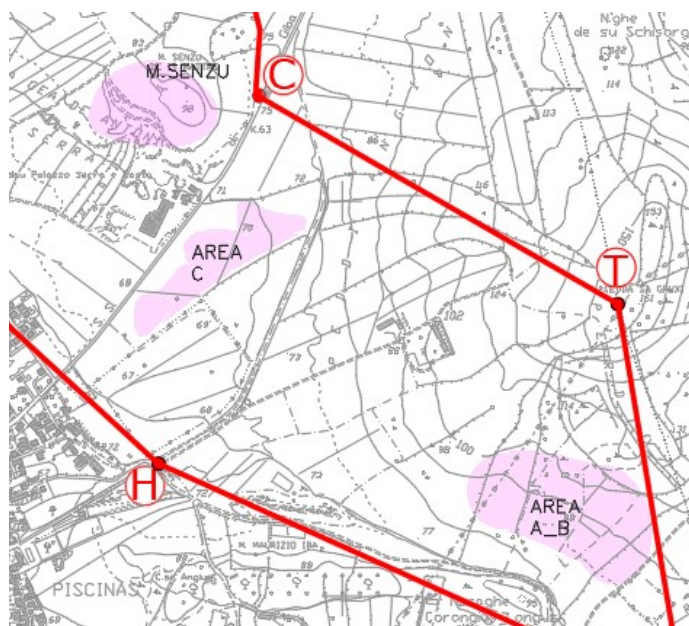
Attività propedeutica alla coltivazione, è l'apertura delle rampe laterali al fine del raggiungimento delle quote più elevate per iniziare la coltivazione dall'alto verso il basso, quindi con il gradone a quota maggiore in posizione avanzata rispetto a quelli inferiori.



Nella sua massima estensione verticale, sono previsti tre gradoni di cui il più basso nelle litologie argillose da coltivare di altezza 5 metri ed i due superiori nelle litologie sterili, il primo in posizione più bassa sempre di altezza 5 metri ed il secondo di chiusura di altezza massima pari a 2,0 metri. La quota di splanteamento a cui si svilupperà il piazzale è pari a 83 metri, mentre i gradoni avranno quota 88 e 93 metri.

6.4.2. Area campi A-B-C

La morfologia attuale dei cantieri è quella illustrata nella figura successiva, con gli scavi localizzati esclusivamente nella zona a sud est rispetto alla zona dell'impianto. Le modalità di coltivazione sono identiche per tutte le diverse aree e sono della tipologia a fossa.



Le future modalità di intervento saranno le seguenti:

1. creazione degli accessi all'area di coltivazione attraverso la fitta rete di strade interpoderali presenti nella zona, questo vale per ciascuna area di coltivazione (C1, C2, C3, ecc..) che si intende iniziare,
2. asportazione della terra vegetale che insiste nell'area del cantiere di coltivazione per esempio area C1 e successiva creazione delle rampe di accesso al giacimento,
3. coltivazione del giacimento fino alla quota stabilita, variabile in ciascuna area di coltivazione secondo la tabella seguente:

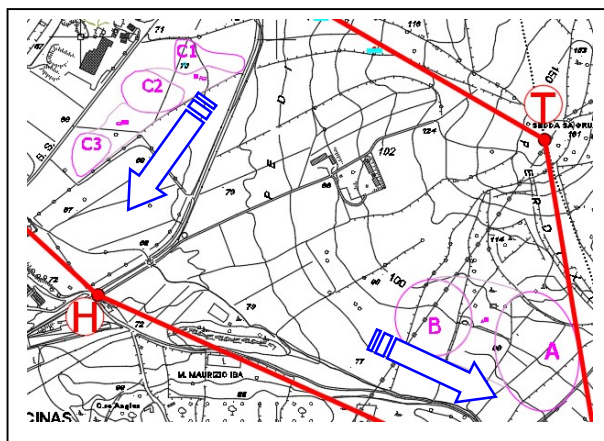
| Area coltivazione | Quota base coltivazione (m) |
|-------------------|-----------------------------|
| A | 73 |

| | |
|----|----|
| B | 79 |
| C1 | 58 |
| C2 | 60 |
| C3 | 60 |

4. le modalità di coltivazione, prevedono la contemporaneità della fase di estrazione e della fase di riempimento, a questo proposito il materiale sterile prodotto dalle coltivazioni, offre una buona riserva per le fasi di riempimento successive. La quantità totale di materiale sterile è dato dalle litologie sterili del cappellaccio, dalle litologie comprese entro gli strati bentonitici e dal materiale proveniente dall'impianto di riciclaggio. La società non preclude la possibilità di utilizzare materiali di provenienza esterna e rispondenti ai requisiti di legge da utilizzare per il ritombamento.

Per quanto riguarda l'area C, si inizierà la coltivazione dell'area C1, prima che sia completata la fase di riempimento, si inizierà la coltivazione dell'area C2 al fine di verificare attraverso i fronti di coltivazione la continuità della zona compresa tra C1 e C2. Se si conferma la produttività della zona tra C1 e C2, si prosegue la coltivazione di C2 per dare continuità con il cantiere C1, la stessa cosa avverrà per le zone C2/C3. Se non si conferma la continuità, le aree saranno sviluppate non in continuità.

Per quanto riguarda le aree A e B, la modalità sarà la seguente: si inizia la coltivazione dell'area B e prima che sia terminato il riempimento e con i fronti di coltivazione in prossimità del confine verso l'area A, inizia la coltivazione dell'area A nella sua zona più vicina all'area B, questo al fine di verificare la continuità delle due aree. Se esiste continuità, si svilupperà la coltivazione delle due aree nella zona compresa tra A e B, in caso contrario, si svilupperanno le singole aree in maniera indipendente.



5. Il progredire del riempimento porterà alla colmata dello scavo che sarà comprensivo dello stendimento della terra vegetale per uno spessore minimo di 30 centimetri, per ricreare la situazione pre-scavo. La morfologia ricreata sarà la stessa della situazione precedente alla coltivazione mineraria, rendendole idonee per la restituzione ai legittimi proprietari.

6.5. Descrizione dei principali parametri progettuali relativi al sito minerario

6.5.1. Indicazione della localizzazione

Il giacimento di bentonite interessato dall'apertura del nuovo cantiere, è situato a sud est rispetto all'area dell'impianto e a nord ovest dal centro abitato di Piscinas, ad una distanza di circa 0,3 chilometri dalla periferia di questo centro abitato. Il cantiere di Monte Senzu è ubicato in prossimità dell'impianto in direzione nord e nord ovest.

6.5.2. Superficie interessata dalla concessione

La superficie interessata alla concessione mineraria è compresa entro i vertici A-B-C-T-N-H-G-P-Z-X-V-U e viene indicata nelle planimetrie degli allegati 1 e 2 ed ha un'area di circa 267 ettari, con il sviluppo a nord-ovest, nord e nord-est rispetto al centro abitato di Piscinas.

6.5.2.1. Superficie area di escavazione e stoccaggio minerale

Le aree interessate dalla coltivazione, suddivise per le diverse zone, sono indicate nella tabella sottostante.

| Denominazione area | Area interessata dalla coltivazione (Ha) |
|--------------------|--|
| Monte Senzu | 2,2822 |
| Campo A | 3,2868 |
| Campo B | 1,6010 |
| Campo C | 3,1921 |
| Totale | 10,3621 |

Le aree di stoccaggio previste riguardano esclusivamente la terra vegetale le cui superfici sono le seguenti: Monte Senzu area 2300 mq, campo C area massima 3600 mq, campo B area 4500 mq, campo A area 7000 mq.

6.5.2.2. Superficie a servizi

L'area destinata ai servizi, è quella presente presso l'impianto (uffici, mensa, spogliatoi, servizi igienici e magazzino), pertanto non verrà utilizzata altra superficie.

6.5.2.3. Superficie destinata alla riabilitazione ambientale

La superficie che sarà destinata alla riabilitazione ambientale è pari alla superficie destinata ad escavazione e cioè 10,3621 ettari; questa sarà restituita alla legittima proprietà dopo aver effettuato le opere di ricostituzione della superficie del terreno e del terreno vegetale di coltivo per un'area pari a 10,3621 ettari.

6.5.3. Volumi

La stima dei volumi è stata effettuata prendendo in considerazione la conformazione attuale del sito e i dati provenienti dai sondaggi effettuati nell'area del futuro cantiere. Il calcolo dei volumi, è stato effettuato con il metodo delle triangolazioni, calcolando le superfici e mediando le potenze della bentonite e dello sterile al fine di ottenere i volumi delle due distinte formazioni. Lo stesso lavoro è stato effettuato anche per il calcolo del volume della terra vegetale. Il materiale sterile in questo caso viene identificato con quella parte di materiale ricompreso entro i livelli bentonitici produttivi e rappresentato da livelli di bentonite di scarsa qualità e da livelli sterili, che saranno utilizzati per la ricolmata dello scavo sino alla quota di campagna originaria. La Polar srl, ha già valutato l'utilizzo di sterili di provenienza esterna ai propri scavi (sbancamenti, opere civili), per poter accelerare i lavori di recupero ambientale ed in questa ottica si è progettato l'impianto di riciclaggio. La tabella seguente, mostra per ciascuna zona di coltivazione, i volumi del materiale bentonitico suddiviso nelle due tipologie A e B, dello sterile presente entro i diversi banchi bentonitici o al di sopra di questi e della terra vegetale. I volumi riportati sono quelli al netto della gradonatura che ovviamente lasciata in posto non è estraibile e non va a creare volume asportabile.

| Volume in posto (mc) al netto della gradonatura | | | | |
|---|-------------|-------------|---------|----------------|
| Area | Bentonite A | Bentonite B | Sterile | Terra vegetale |
| Monte Senzu | 83.871 | 0 | 28.527 | 2.282 |
| C1 | 19.146 | 26.478 | 53.614 | 11.861 |

| | | | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| C2 | 26.455 | 28.323 | 97.686 | 14.338 |
| C3 | 13.075 | 13.190 | 8.747 | 5.715 |
| A | 102.282 | 143.835 | 376.907 | 28.212 |
| B | 29.854 | 41.475 | 90.910 | 17.878 |
| Totale | 274.683 | 253.301 | 656.391 | 80.286 |

Il volume totale da movimentare, suddiviso per tipologie e che tiene conto del fattore di aumento volumetrico, è riportato nella tabella seguente ed è tale volumetria che sarà utilizzata per calcolare le movimentazioni e la variazione del traffico veicolare.

| Volume da movimentare (mc) | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------------|
| Area | Bentonite A | Bentonite B | Sterile | Terra vegetale |
| Monte Senzu | 109.032 | 0 | 37.086 | 2.967 |
| C1 | 24.890 | 34.421 | 69.968 | 15.419 |
| C2 | 34.391 | 36.820 | 126.992 | 18.640 |
| C3 | 16.998 | 17.147 | 11.371 | 7.430 |
| A | 132.967 | 186.985 | 489.979 | 36.675 |
| B | 38.810 | 53.917 | 118.183 | 23.241 |
| Totale | 357.088 | 329.290 | 853.309 | 104.372 |

6.5.4. Capacità di estrazione e produzione

La capacità estrattiva della miniera è programmata in circa 89.750 tonnellate di bentonite per ciascun anno di produzione, suddivisi equamente tra il nuovo cantiere e la prosecuzione del cantiere Monte Senzu, utili a soddisfare la prevista domanda di mercato. L'impostazione del cantiere sarà comunque in grado di soddisfare eventuali aumenti nella richiesta di questo materiale.

6.6. Pianificazione dell'attività estrattiva nei vari anni

Di seguito si riporta a partire dal 1° anno il programma dei lavori previsti fino alla definitiva riabilitazione dell'area. La successione dei lavori prevede in sequenza:

- ❖ la ricostituzione della morfologia nell'area già oggetto di coltivazione mineraria (Sa Perda Morta) e messa a dimora finale della terra vegetale; il riempimento e la riabilitazione del cantiere Sa Perda Morta si concluderà nel 2021;
- ❖ l'asportazione del terreno vegetale che insiste sulle nuove aree da coltivare, che avverrà prima che in ciascun cantiere sia avviata la coltivazione ;
- ❖ la coltivazione del giacimento nelle diverse aree individuate e indicate nelle cartografie allegate;
- ❖ la ricostruzione delle aree coltivate attraverso il ritombamento contestuale alla fase di coltivazione e il riposizionamento dello strato di terreno di coltivo.

Nel primo anno di lavoro la miniera prevede l'organizzazione degli accessi e le attività di preparazione al campo C, si inizierà l'attività di coltivazione del campo C1 e l'inizio delle attività di coltivazione del campo C2 e di Monte Senzu. Tali attività si concluderanno dopo 3.5 anni ed inizierà il campo C3, la cui durata prevista è di 0.5 anni, pertanto le attività del campo C e di Monte Senzu durano 4 anni.

Prima del termine del campo C, si inizieranno le attività del campo B, con preparazione delle vie di accesso, delle attività di asportazione della terra vegetale e del materiale di copertura, la sovrapposizione è necessaria per permettere di dare continuità alle produzioni. Il campo B ha una durata di 1.35 anni. Prima della fine del

campo B, si inizierà il campo A, con le stesse modalità seguite in precedenza e cioè preparazione delle vie di accesso, delle attività di asportazione della terra vegetale e del materiale di copertura. Il campo A ha una durata di 4.65 anni.

6.6.1. Durata di esercizio della miniera

La vita della miniera è prevista per una durata di 10 anni, pertanto con inizio dei lavori nel 2022 la fine degli stessi è prevista per il 2031.



6.7. Dati topografici

6.7.1. Identificazione del sito

Di seguito, si riportano le coordinate chilometriche e la longitudine e latitudine di un punto baricentrico dell'area del nuovo cantiere.

| | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Coordinate chilometriche | <i>EST</i> 1471621 | <i>NORD</i> 4326020 |
| Coordinate geografiche | <i>Longitudine</i> 8°40'19" | <i>Latitudine</i> 39°04'19" |

6.7.2. Punti di riferimento, caposaldi

La delimitazione dell'area della concessione mineraria, si sviluppa all'interno dei punti A-B-C-T-N-H-G-P-Z-X-V-U-A, ed è indicata nelle planimetrie in scala 1:25000 e 1:10.000 allegate al presente studio. Le coordinate dei caposaldi, sono riportati nella tabella seguente:

| Coordinate | | |
|------------|------------|------------|
| Punti | Est | Nord |
| A | 1470978,84 | 4327016,47 |
| B | 1471656,25 | 4326777,12 |
| C | 1471787,09 | 4326266,39 |
| T | 1472699,86 | 4325739,64 |
| N | 1472868,16 | 4324736,63 |
| H | 1471531,72 | 4325336,33 |
| G | 1471005,22 | 4325820,27 |
| P | 1470741,97 | 4325566,48 |
| Z | 1470300,25 | 4325743,71 |

| | | |
|---|------------|------------|
| X | 1469958,22 | 4326009,73 |
| V | 1470066,80 | 4326210,60 |
| U | 1470397,97 | 4325971,73 |

6.7.3. Quota alla base e quota al culmine

Per quota alla base, si intende la quota minore a cui verrà spinta la coltivazione, mentre, per quota al culmine, si intende la quota del gradone in posizione più elevata, la tabella sottostante le riassume per i singoli cantieri.

| Quota alla base e quota al culmine (m) | | |
|--|-----------------|------------------|
| Area | Quota alla base | Quota al culmine |
| Monte Senzu | 83 | 93 |
| C | 58-60 | 65 |
| A-B | 73-79 | 85-85 |

6.7.4. Inclinazione media del pendio prima e dopo l'escavazione

In considerazione del fatto che l'area interessata si presenta pianeggiante la parte restituita a terreno agricolo avrà la stessa morfologia pre-scavo, ad eccezione del cantiere Monte Senzu in cui si asporterà nella totalità l'alto morfologico restituendolo con morfologia pianeggiante.

6.7.5. Modalità di scarico acque

Durante la coltivazione, è prevista la regimazione delle acque attraverso la creazione di canalette di scolo che permetteranno, sfruttando le pendenze dei piazzali, il defluire delle acque in zone di raccolta, per poter essere edotte dall'interno dello scavo e convogliate nei compluvi previa acquisizione della relativa autorizzazione presso la Provincia. Una parte di queste acque saranno utilizzate per l'approvvigionamento dei servizi e per l'innaffiamento delle piste di cantiere.

6.8. Fase di preparazione cantiere

6.8.1. Strade di accesso

La viabilità principale è rappresentata dalla presenza della strada statale 293 nella parte a sud della concessione mineraria. La viabilità secondaria è, invece, assicurata da strade di penetrazione agraria e non, tra le quali vanno annoverate le strade che conducono dalla strada statale all'area del nuovo cantiere del tipo con fondo asfaltato.

6.8.2. Viabilità interna

La viabilità interna è rappresentata da strade sterrate adibite a piste di cantiere, che si dipartono dalla strada di accesso al cantiere. La loro durata e funzionalità è chiaramente limitata alle fasi operative di coltivazione e di riabilitazione.

6.8.3. Predisposizione piazzali per le lavorazioni

Nei piazzali non si svolgono operazioni di pre-trattamento del materiale, come ad esempio additivazioni o miscele con altre sostanze in grado di modificare le caratteristiche chimico-fisiche del prodotto.

Pertanto, i piazzali vengono creati nelle posizioni previste dal progetto con lo scopo di non ostacolare:

- ❖ il progredire delle coltivazioni,
- ❖ un agevole movimento dei mezzi di cantiere,
- ❖ le operazioni di carico del materiale sui mezzi.

I piazzali non occupano una posizione fissa ma si spostano con il progredire della coltivazione, infatti rimangono come superficie di separazione tra i gradoni necessari per la coltivazione del giacimento e la zona di riabilitazione retrostante, con il riempimento dell'area coltivata.

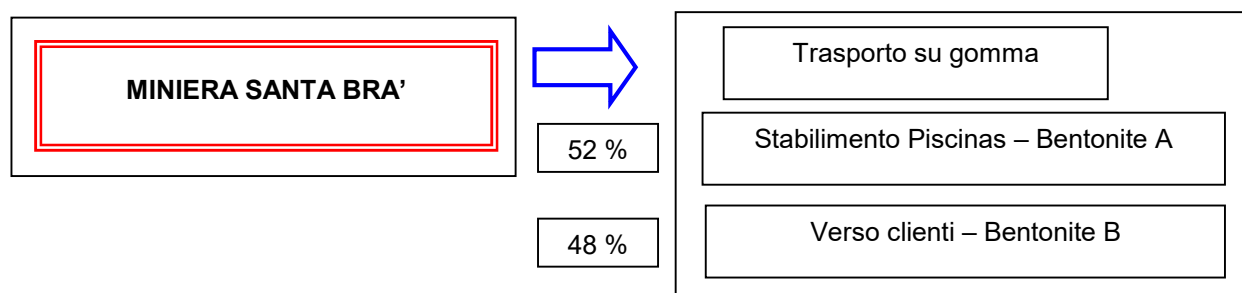
6.8.4. Predisposizione logistica di cantiere

La parte logistica relativa al locale spogliatoio, mensa e uffici, servizi igienici, magazzino, sono presenti nell'area dell'impianto.

Il materiale abbattuto, subisce la seguente movimentazione:

- ❖ la terra vegetale viene asportata e deposta a stock,
- ❖ lo sterile presente entro gli strati produttivi, viene scavato con soli mezzi meccanici, caricato direttamente su camion per il trasporto verso l'area di riabilitazione, e non viene stoccato in nessun punto della miniera,
- ❖ la bentonite segue un'unica destinazione, rappresentata dallo stabilimento di Piscinas.

Occorre precisare che la separazione tra la bentonite avviene direttamente in cantiere durante la fase di selezione del materiale abbattuto. Il progetto non prevede la creazione di stock permanenti del materiale utile abbattuto; stock di natura decisamente temporanea potrebbero rendersi necessari in fasi particolari della coltivazione, per esempio durante periodi piovosi. Il diagramma di flusso, relativo alla produzione, alla movimentazione e al trasporto del materiale sono di seguito riportati. Tali percentuali dovrebbero mantenersi circa costanti eccezion fatta per piccole fluttuazioni dovute alla tempistica e alla variabilità compositiva del giacimento.



6.8.5. Scotico ed accantonamento terreno vegetale

La quantità di terreno di scotico disponibile nelle aree di futura coltivazione, è stata calcolata tenendo conto degli spessori così come riportati nelle stratigrafie dei sondaggi. In tal modo, effettuando i calcoli per la cubatura, si è ottenuto un volume di terra vegetale in posto pari a 80.286 metri cubi che saranno riutilizzati, in modo contestuale alle fasi di coltivazione, nella riabilitazione della zona già coltivata. Il materiale costituito dalla terra vegetale, dovrà seguire un processo destinato alla conservazione delle sue caratteristiche. La rimozione dello strato vegetale, o terra di coltura, deve essere realizzato separatamente da tutti gli altri movimenti di terra al fine della sua conservazione e riutilizzo per i lavori di ricostruzione del paesaggio. Nelle operazioni di asportazione, per evitare la compattazione del suolo, i veicoli cingolati utilizzati non devono esercitare una pressione superiore a 0,40 kg/cm² e la larghezza dei cingoli non può essere inferiore a 500 millimetri. Durante la rimozione, la terra di coltura non può essere mescolata con materiali estranei, in particolare se dannosi per le piante. La terra di coltura, verrà ordinatamente stoccata nelle aree individuate nelle planimetrie allegate alla presente dove sarà esplicitamente vietato il transito dei veicoli. I cumuli di terra di coltura non devono essere troppo grandi, per evitare di danneggiare la struttura e la fertilità. In generale, la larghezza di base dei cumuli non dovrà superare 3 metri e l'altezza 1,3 metri. Con quantità molto grandi di terra di coltura, la larghezza di base potrà anche superare i 3 metri, ma in tal caso l'altezza non potrà superare 1 metro.

6.8.6. Asporto sterile di copertura (cappellaccio)

I sondaggi effettuati, hanno evidenziato la presenza di sterile di copertura, la cui asportazione precede leggermente la fase di coltivazione vera e propria, costituendo la cosiddetta “preparazione” del minerale utile. Si asporta lo spessore di materiale di copertura che insiste sull’area da coltivare, così come avviene per la terra vegetale, al fine di permettere l’accesso al minerale bentonitico.

6.8.7. Allaccio alle reti tecnologiche

Per quanto concerne l’energia elettrica, questa viene prodotta con l’utilizzo di un gruppo elettrogeno e serve per il funzionamento di tutti i servizi di cantiere. Per l’acqua, sarà utilizzata quella proveniente dalla regimazione delle acque dell’area di coltivazione con, in caso di necessità, integrazione tramite la fornitura con autobotti. L’acqua potabile viene fornita agli addetti in bottiglie o brick.

6.9. Fase di escavazione

6.9.1. Geometria dei gradoni

La coltivazione procederà tenendo il gradone sempre conforme alla geometria che è stata determinata con l’analisi di stabilità. Occorre precisare che nel corso della coltivazione, questa procederà incontrando diverse litologie come si può vedere dall’allegato 10 in cui sono riportate le descrizioni stratigrafiche dei fori sonda. I gradoni avranno le seguenti caratteristiche:

| Altezza (metri) | Larghezza (metri) | Angolo di scarpa (°) |
|--------------------|----------------------|-------------------------|
| 5,0 | 6,0 | 60 |

6.9.2. Drenaggi ipodermici e superficiali

Si creerà una contropendenza all’intersezione tra il piede del gradone e l’alzata, il cui compito è quello di far defluire le acque verso le zone laterali dell’area di coltivazione ed evitarne lo scorrimento sul piano del gradone in modo da renderlo fruibile per i mezzi.

6.9.3. Sistemi di raccolta e trattamento acque meteoriche

Le acque che per necessità devono essere edotte per permettere di effettuare le lavorazioni, verranno convogliate entro le vasche di decantazione e da queste verso i compluvi naturali presenti nell’area. La natura del materiale decantato nel fondo dello scavo, sarà esclusivamente di tipo bentonitico. In relazione all’articolo 186 del D. Lgs. 3 apr 2006 n° 152 “Norme in materia ambientale”, i materiali non subiscono nessuna modificazione nel ciclo produttivo, ma rimangono tal quali, il comma 1 dell’articolo indicato esclude le terre e le rocce da scavo dall’essere considerati dei rifiuti, ma possono essere utilizzati per riempimenti, rinterri, ecc. (art. 186 comma 5).

6.9.4. Modalità di stoccaggio dei materiali estratti

I materiali estratti potranno essere stoccati solo temporaneamente nei punti di movimentazione prima di essere inviati all’impianto di trattamento.

6.10. Fase di riabilitazione e fase di chiusura

Gli obiettivi della riabilitazione vegetazionale del sito rimangono:

- ❖ mascherare gli effetti dell’escavazione annullando l’impatto visivo della miniera dai punti sensibili;
- ❖ reintrodurre elementi vegetali con riattivazione dei flussi biologici ed energetici in un ecosistema altrimenti degradato;
- ❖ limitare al minimo l’erosione superficiale indotta dal moto laminare delle acque meteoriche.

6.10.1. Indicazione della destinazione d'uso finale

Le superfici costituenti i futuri cantieri, ritorneranno alla loro originaria destinazione per la totalità della superficie interessata dai lavori minerari.

6.10.2. Tipo di rinverdimento

La riabilitazione dell'area prevede la ricreazione dello strato colturale e la ripiantumazione delle siepi nella stessa posizione e con lo stesso andamento di quelle originariamente presenti nell'area interessata ed eventualmente interessate dai lavori del cantiere. La ricostruzione delle siepi, avverrà con la messa a dimora delle specie identiche a quelle presenti attualmente nel sito fondamentalmente rappresentate da lentischio, mirto e cisto.

6.10.3. Regimazione idraulica finale

La regimazione idraulica finale è identica a quella ante opera, infatti, la modellazione morfologica finale prevede una conformazione del territorio identica a quella presente prima delle opere minerarie.

6.11. Descrizione delle attività gestionali della miniera

6.11.1. Sistemi di trattamento e destinazione degli eventuali scarti di lavorazione

Come detto in precedenza, dalla estrazione della bentonite è possibile la produzione di scarti di lavorazione, rappresentati dalla bentonite con qualità scadenti e non idonee all'utilizzo. Non sono previsti sistemi di trattamento degli scarti di lavorazione e questi saranno sistemati per il riempimento del vuoto di coltivazione in modo da ripristinare l'andamento topografico del piano di campagna, così come indicato nelle tavole relative alle sezioni. Le litologie sterili, estratte dai vari cantieri, saranno utilizzate per il riempimento degli scavi. La società al fine di incrementare le quantità da destinare al riempimento degli scavi, ha provveduto alla progettazione di un impianto di riciclaggio.

6.11.2. Attrezzature utilizzate nelle varie fasi

Per la coltivazione, come detto in precedenza, verranno utilizzati escavatori a benna rovescia. Per il carico del materiale abbattuto sui mezzi di trasporto, verrà utilizzato l'escavatore tipo Cat 323E mentre la pala meccanica tipo Cat 920 provvederà alla manutenzione delle piste e dei piazzali. Per la movimentazione dei materiali nell'area interna alla miniera, verranno utilizzati dumper e camion a tre assi, mentre, per la movimentazione dei materiali fino a destinazione si utilizzeranno camion a quattro assi.

6.12. Analisi costi/benefici

L'analisi costi benefici, è stata effettuata considerando le seguenti voci, suddivise in due gruppi principali:

- ❖ le entrate date dalla vendita dei materiali prodotti dalla miniera,
- ❖ le uscite in cui rientrano gli ammortamenti, il godimento di beni di terzi, i servizi, le materie prime, sussidiarie e le merci, i salari e gli stipendi, gli oneri sociali, il trattamento di fine rapporto, gli altri costi del personale (vestiario, mensa, materiali di sicurezza, ecc.), gli oneri diversi di gestione, il costo per la riabilitazione del sito e gli imprevisti, questi ultimi calcolati come percentuale della somma delle voci precedenti.

Il conto economico è riportato nell'allegato 19.

6.13. Descrizione del progetto dell'attività che sarà insediata a recupero ultimato della miniera

Al termine delle attività di riqualificazione morfologica del sito, l'area sarà restituita ai proprietari dei terreni.

7. Quadro di riferimento ambientale

Il quadro di riferimento ambientale, definisce l'ambito territoriale (che va inteso come sito ed area vasta) ed i sistemi ambientali interessati direttamente e indirettamente dal progetto, illustra gli usi plurimi previsti dalle risorse, fornisce documentazione dei livelli di qualità preesistenti all'intervento per ciascuna componente ambientale interessata, stima gli impatti dell'opera, definisce le modalità di gestione e monitoraggio ed i sistemi di intervento in caso di emergenza.

7.1. Premessa

L'elenco degli impatti potenzialmente coinvolti, è stato creato partendo dall'analisi delle singole componenti ambientali coinvolte nelle singole fasi dell'attività considerando i flussi in entrata e in uscita e valutando di conseguenza le modificazioni indotte sull'ambiente in base ai flussi di apporto e di prelievo.

Nel proseguo della relazione, si riporta l'analisi dei flussi per ogni singola attività.

In particolare si sono presi in considerazione per ciascun impatto i prerequisiti che possono limitare gli stessi, che sono:

1. l'adozione di tecnologie avanzate (*Best Technology Available*) che rispetto alle tecnologie adottate in passato sono meno inquinanti, più sicure e affidabili. In tal modo ci si pone l'obiettivo di ridurre le emissioni inquinanti e i consumi delle risorse;
2. il rispetto degli standard normativi;
3. la presenza e la disposizione di ricettori sensibili e la capacità dell'ambiente di disperdere e metabolizzare i cambiamenti. In questo caso è evidente come la distanza dei ricettori sensibili e la capacità che ha l'ambiente di disperdere e di metabolizzare i cambiamenti, siano di fondamentale importanza per stabilire la magnitudo dell'impatto.

7.2. Analisi dei flussi

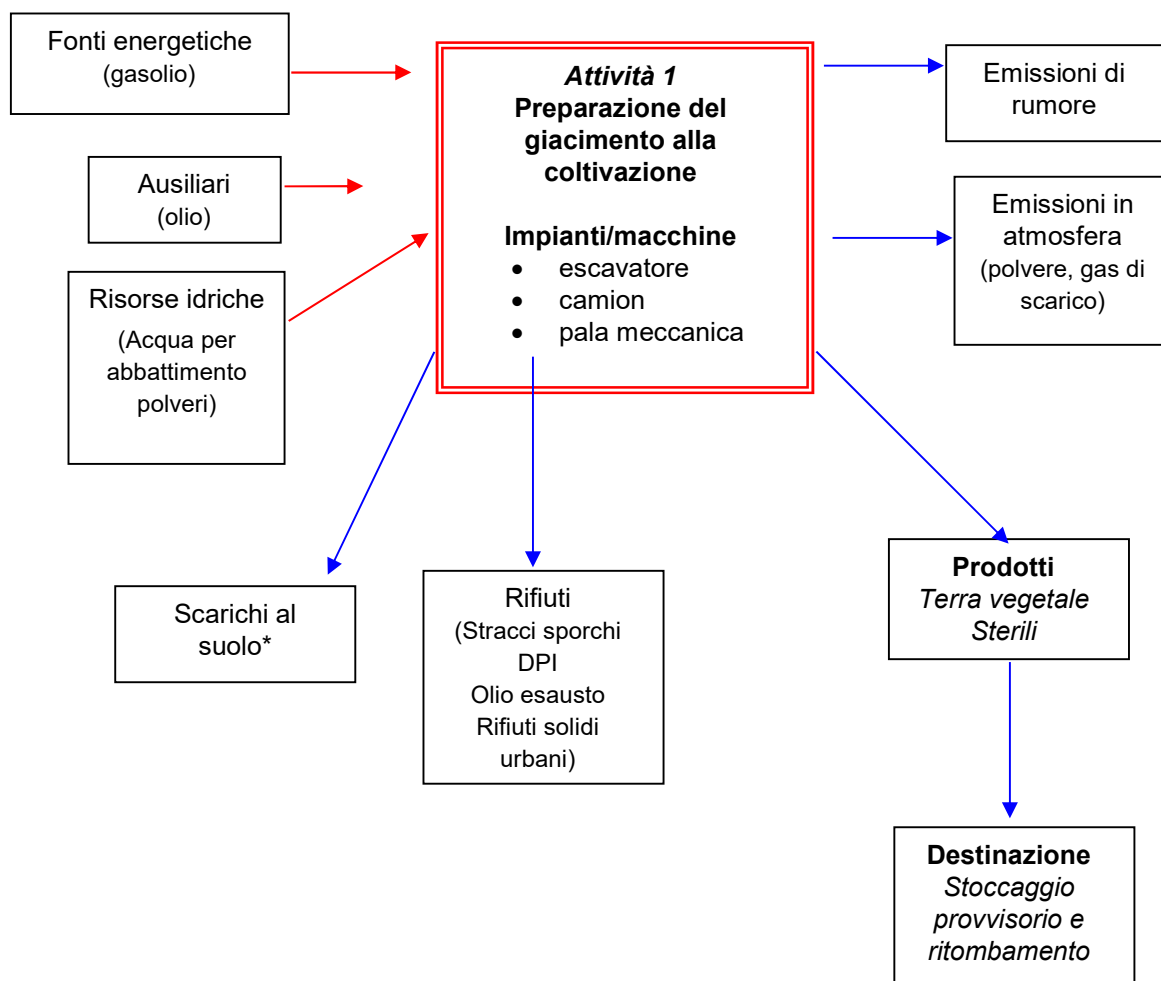
Al fine di facilitare l'analisi dei fattori ambientali si è effettuata l'analisi propedeutica delle singole attività.

Per analizzare l'attività e le sue implicazioni sull'ambiente circostante, si sono considerate le tre macro attività che caratterizzeranno la gestione del sito e che sono:

- ❖ preparazione del giacimento alla coltivazione (attività 1);
- ❖ coltivazione del giacimento comprendente scavo e trasporto del materiale (attività 2);
- ❖ riabilitazione ambientale del sito (attività 3).

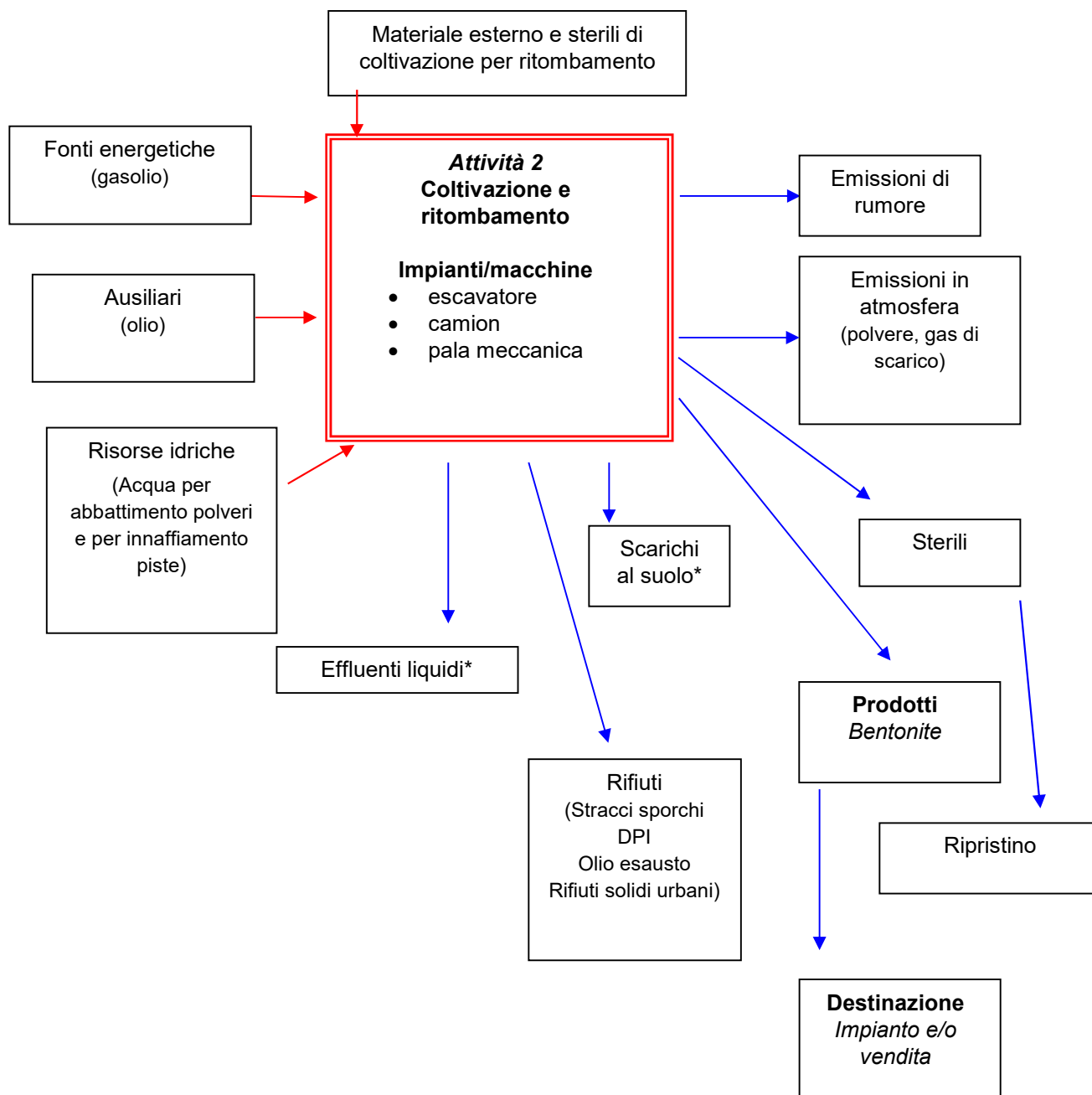
Si sono considerati tutti i flussi in entrata e in uscita per i fattori ambientali impattanti.

7.2.1. Analisi dei flussi dell'attività di preparazione del giacimento alla coltivazione



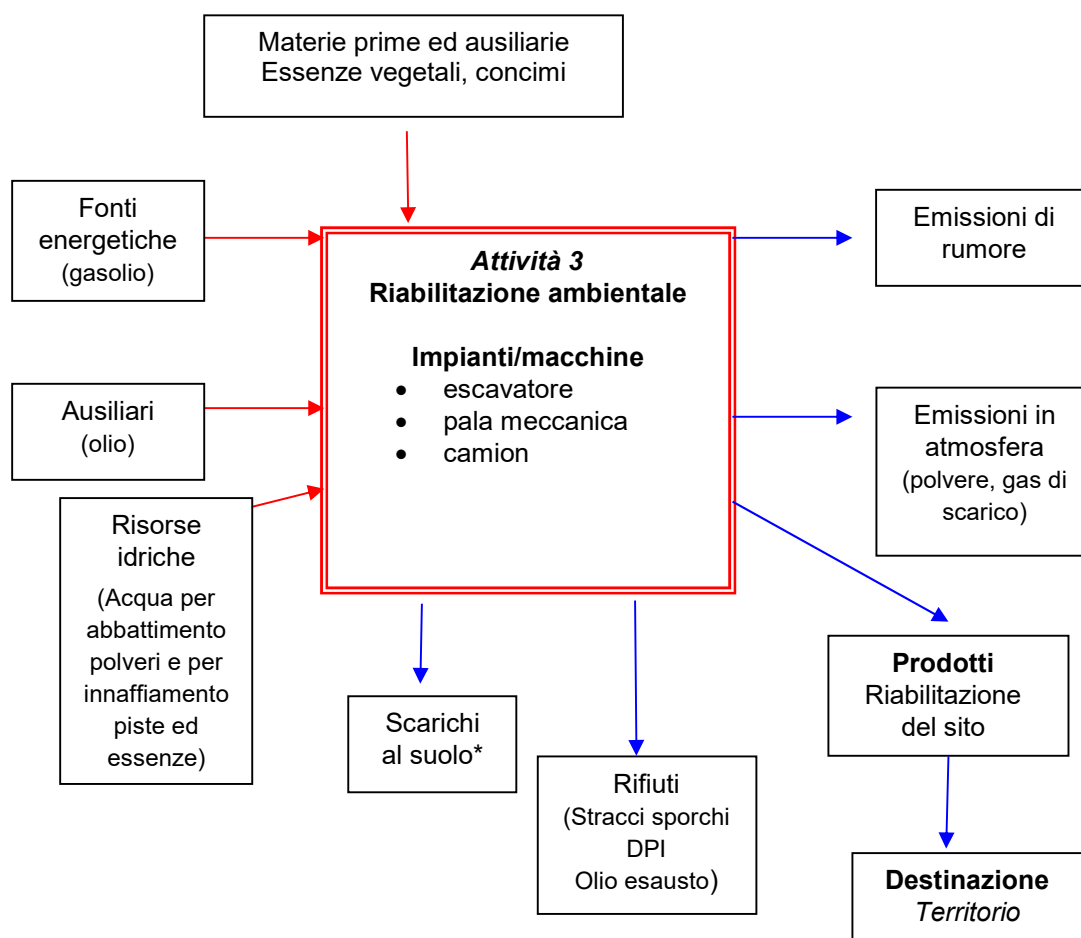
N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da * si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

7.2.2. Analisi dei flussi dell'attività di coltivazione e ritombamento



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da * si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

7.2.3. Analisi dei flussi dell'attività di riabilitazione ambientale



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da * si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

7.3. Individuazione quantitativa degli aspetti ambientali connessi con l'attività

A questo punto, diventa ineludibile affrontare la valutazione analitica dei diversi impatti, con la metodologia ritenuta adatta al caso in esame e secondo le fasi descritte nei paragrafi che seguono e così riassunte:

1. definizione e identificazione delle componenti ambientali interessate dal progetto di coltivazione e riabilitazione;
2. determinazione delle caratteristiche più rappresentative del sito, dell'ambiente e delle lavorazioni da effettuare (lista dei fattori);
3. individuazione delle relazioni tra i fattori e le componenti ambientali e definizione ponderale dei singoli fattori su ciascuna componente ambientale;
4. raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione secondo la scala precedentemente fissata;
5. stima qualitativa e quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale e calcolo degli impatti elementari.

7.3.1. Definizione e identificazione delle componenti ambientali

Il primo problema da affrontare nella fase di analisi è quello di individuare gli impatti significativi delle azioni di progetto (le cause) e i settori dell'ambiente su cui ricadono i loro effetti. Per entrambi questi aspetti, l'esame di casi precedenti, nonché la conoscenza di *liste* precostituite possono fornire un notevole aiuto, anche se, ogni nuovo caso richiede un aggiustamento ad hoc delle informazioni disponibili. I settori dell'ambiente (per esempio aria e acqua, ma anche gli elementi socio-economici), possono essere suddivisi in sotto settori e questi in specifiche ulteriori, e così via fino al livello di dettaglio desiderato. Uno strumento che consente di affrontare in modo organico e coerente la specificità dei singoli casi è costituito dalle liste di controllo (check-list), da utilizzare nelle fasi iniziali dell'analisi in modo da facilitare la selezione degli elementi realmente significativi. Anche nelle fasi successive dello studio è utile disporre di liste che consentano di trattare in modo sintetico e sistematico le diverse categorie d'impatto. Le liste possono anche assumere la forma di questionari, in questo caso si tratta di una lista di domande, che l'estensore dello studio percorre per verificare i possibili punti di attenzione. Nel caso in esame, si è utilizzato il questionario di controllo contenuto nel manuale di Clark et al. (Lista di controllo degli effetti, The Assessment of Major Industrial Application: A Manual Research Report n. 13, 1980). Tenendo conto del tipo d'intervento da effettuare sul territorio, ossia la coltivazione e la successiva riabilitazione ambientale del sito, si è effettuata una selezione delle componenti ambientali interessate dall'intervento. La lista delle componenti ambientali che si ritiene opportuno prendere in considerazione è la seguente:

- ❖ atmosfera;
- ❖ acque superficiali e sotterranee;
- ❖ fauna e flora;
- ❖ suolo;
- ❖ sottosuolo;
- ❖ rumore;
- ❖ paesaggio;
- ❖ assetto socio economico del territorio;
- ❖ salute pubblica.

7.3.2. Lista dei fattori di impatto ambientale

Per l'area oggetto della miniera, si sono individuati attraverso le liste di controllo, una serie di fattori che caratterizzano il sito, l'ambiente in cui esso è inserito e la tecnica con cui saranno effettuate tutte le lavorazioni.

I fattori di impatto sulle componenti ambientali, sono di seguito elencati:

- ❖ diffusione di emissioni gassose e di polveri,
- ❖ effetti sulla fauna,
- ❖ effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti,
- ❖ destinazione d'uso,
- ❖ emissioni sonore,
- ❖ effetti geomorfologici e pedologici,
- ❖ interferenza con il sistema idrico superficiale,
- ❖ interferenza con il sistema idrico sotterraneo,
- ❖ aumento del traffico veicolare,
- ❖ effetti sulla vegetazione,
- ❖ effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti,
- ❖ impatto visivo,
- ❖ occupazione delle maestranze locali.

7.3.3. Definizione ponderale dei singoli fattori di impatto su ciascuna componente ambientale

Ciascun FATTORE D'IMPATTO AMBIENTALE (in un intorno predefinito come indicato in precedenza) altera le preesistenti condizioni di equilibrio delle varie COMPONENTI AMBIENTALI in misura che può essere molto marcata, nulla o può variare fra questi due estremi con gradi intermedi.

Pertanto, l'influenza di un fattore su una componente ambientale può essere nulla (in assenza di correlazione) o massima (nel caso di stretta correlazione) e tra i due casi estremi, si possono avere tutta una serie di livelli intermedi (livelli di correlazione) che esprimono valori di influenza di diverso peso.

Nel nostro caso si è stabilito di operare con i livelli di correlazione e con i valori di influenza qui sotto elencati:

A = 2B (livello di correlazione massimo)

B = 2C (livello di correlazione medio)

C = 1 (livello di correlazione minimo)

Pertanto tra la specifica COMPONENTE AMBIENTALE ed il singolo FATTORE D'IMPATTO è possibile un livello di correlazione nullo "Nul", minimo "Min", medio "Med" e massimo "Mas". Il livello di correlazione massimo è stato ipotizzato doppio del valore medio e quello medio doppio di quello minimo. La somma dei valori d'influenza ponderale di tutti i FATTORI D'IMPATTO su ciascuna COMPONENTE AMBIENTALE è stata normalizzata imponendone la somma pari a 10. Questo ci permetterà di confrontare le diverse componenti tra loro. A questo punto si è costruita la matrice con la quale si individua e si pondera l'influenza diretta di ogni fattore su ciascuna componente.

| <div> <div>Fattori di impatto ambientale</div> <div>Componenti ambientali</div> </div> | Diffusione di emissioni gassose e di polveri | Effetti sulla fauna | Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti | Destinazione d'uso | Emissioni sonore | Effetti geomorfologici e pedologici | Interferenza con il sistema idrico superficiale | Interferenza con il sistema idrico sotterraneo | Aumento del traffico veicolare | Effetti sulla vegetazione | Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti | Impatto visivo | Occupazione delle maestranze locali |
|--|--|---------------------|--|--------------------|------------------|-------------------------------------|---|--|--------------------------------|---------------------------|---|----------------|-------------------------------------|
| Atmosfera | Mas | | | | | | | | | | | | |
| Acque superficiali e sotterranee | | | | | | | Mas | Min | | | | | |
| Flora e fauna | Min | Mas | | Min | Min | | | | Min | Mas | | | |
| Suolo | Min | | | | | Mas | Med | | | | | | |
| Sottosuolo | | | | | | | | Min | | | | | |
| Rumore | | | | | Mas | | | | Med | | | | |
| Paesaggio | Min | | | Mas | | Med | Min | | | | | Mas | |
| Salute pubblica | Med | | Mas | | Med | | | | Med | | Med | | |
| Assetto socio economico | Min | | | | | Med | | | | | | Min | Mas |

NB.: La casella vuota indica

8. Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione

8.1. Definizione dell'ambito di potenziale influenza dell'opera

Gli ambiti potenziali di influenza dell'opera, sono stati perimetrati come di seguito indicato:

1. per quanto concerne le emissioni gassose e le emissioni di polveri e la conseguente variazione della qualità dell'aria, si è considerata l'area che si estende fino ad un ambito di indagine di 1,5 km;
2. per quanto riguarda i fattori, rumore e vibrazioni, l'area considerata si estende fino ad una distanza di 2 km dal perimetro della miniera cioè, comprende l'area stimata di maggior impatto;
3. per quanto attiene al paesaggio, l'ambito che si è considerato è quello interessato dai coni di visuale e dal contesto morfologico al contorno.

8.2. Analisi delle componenti ambientali

8.2.1. Atmosfera

8.2.1.1. Climatologia - Caratterizzazione generale

Il clima della Sardegna è il tipico clima mediterraneo, di tipo temperato-caldo, a periodismo quotidiano e stagionale, con una stagione estiva caldo-arida ed una stagione più o meno fredda, con variazioni locali anche considerevoli. L'inverno è mite nella zona costiera ed in quelle interne di modesta altitudine, mentre è freddo e maggiormente piovoso in montagna. L'estate è invece calda con la temperatura media del mese più caldo quasi sempre superiore ai 23 °C e arida, con precipitazioni estive sempre inferiori alla media calcolata. Le escursioni termiche considerando territori diversi, sono influenzate più dalla variazione altitudinale che da quella latitudinale o dallo spostarsi verso le aree interne. Tale relativa omogeneità, è dovuta all'influenza regolatrice e mitigatrice del mare che è diretta e uniformemente distribuita su tutto il territorio, grazie anche alla particolare forma e dimensione dell'isola. Le precipitazioni sono un fenomeno molto variabile nel tempo e nello spazio, fondamentalmente, si ha un regime pluviometrico doppiato, uno di tipo autunno-invernale e l'altro di tipo primaverile-estivo con il dato costante della siccità. La piovosità è concentrata prevalentemente nella stagione fredda.

8.2.1.2. Climatologia - Caratterizzazione dell'area

8.2.1.2.1. Irraggiamento solare

L'irraggiamento solare globale calcolato in (Wmq), ha in Sardegna un valore medio per le aree montane di 180 Wmq mentre in pianura il valore medio si attesta a 160 Wmq. L'area interessata dallo studio sita in agro del comune di Piscinas è posizionata a sud del lago Monte Pranu sulla carta della radiazione solare (globale) al suolo presenta i seguenti valori:

| Gen. | Feb. | Mar. | Apr. | Mag. | Giu. | Lug. | Ago. | Sett. | Ott. | Nov. | Dic. | Media |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------------|
| 60 | 100 | 140 | 190 | 230 | 270 | 310 | 270 | 210 | 130 | 80 | 60 | 170,83 Wmq |

La media dell'irraggiamento solare annuale della zona di interesse, si inquadra nelle aree comprese nella regione Sardegna di tipo pianeggiante con una altimetria media di 40 m.s.l.m..

8.2.1.2.2. Temperatura

Dall'esame delle isoterme dei valori medi annuali diurni su carte meteorologiche, elaborate su lunghi periodi, risulta che la isoterma dei 19 °C corre lungo le pianure del Campidano e del Sulcis.

L'area d'interesse presenta una temperatura media nei mesi più rappresentativi pari a:

| | |
|---------|-------|
| Gennaio | 10° C |
| Aprile | 14° C |

| | |
|---------|-------|
| Luglio | 26° C |
| Ottobre | 20° C |

8.2.1.2.3. Precipitazioni e umidità

Nella Sardegna, dall'esame dei valori medi dell'umidità relativa, sono risultate le seguenti caratteristiche:

- ❖ i valori massimi si registrano nella stagione invernale ed oscillano intorno al 90% con punte del 100%,
- ❖ i valori minimi, sono una peculiarità della stagione estiva e si attestano intorno al 50%.

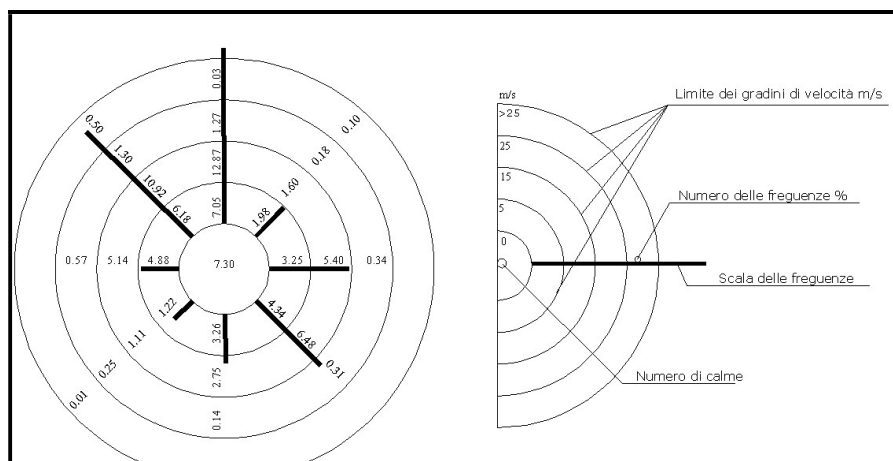
Il territorio regionale può essere diviso in due macro aree, la prima con un'umidità media che oscilla tra il 70 e il 75%, che comprende la fascia costiera per un'ampiezza di circa 20 chilometri, la seconda area definita come area interna ha dei valori medi di circa il 50%. L'area di interesse, ha un valore medio annuale del 60%, perché si trova a ridosso della fascia costiera ed il valore dell'umidità viene influenzato dall'esistenza del lago di Monte Pranu. Per quanto riguarda le precipitazioni, i dati forniti dalle stazioni pluviometriche, hanno dato la possibilità di elaborare varie carte delle isoiete annuali. Dall'esame di tali carte la media annuale per tutta l'isola è di circa 780 mm/anno, con una distribuzione spazio temporale molto irregolare; il periodo più piovoso durante l'anno cade in autunno – inverno per il 58%, mentre in primavera per il 35% e per il 7% in estate. Dall'andamento delle isoiete delle carte delle precipitazioni si evince una stretta correlazione tra la piovosità e i rilievi montuosi. L'area di studio è sita nella piana del Sulcis con una media annuale delle precipitazioni inferiore a 500 millimetri/anno.

8.2.1.2.4. Venti

I venti percepiti al suolo, sono derivanti dallo spostamento di masse d'aria, che per la Sardegna vengono classificate in base alla loro provenienza:

| | |
|--------------------------|--|
| <i>Artica</i> | <i>Groenlandia, Mar di Barents, Russia</i> |
| <i>Intermedia fredda</i> | <i>Canada, Penisola Balcanica</i> |
| <i>Intermedia calda</i> | <i>Atlantico settentrionale</i> |
| <i>Tropicale</i> | <i>Mari sub tropicali</i> |
| <i>Mediterranea</i> | <i>Mare mediterraneo</i> |
| <i>Indefinita</i> | <i>Prodotto dal rimescolamento vorticoso di masse di diversa origine</i> |

Tutte le masse d'aria sopra citate sono generalmente associate a venti di diversa direzione. Dalle osservazioni sulla prevalenza di queste masse d'aria, sono state calcolate le frequenze percentuali per settori di 45° intorno alle otto direzioni principali dell'orizzonte. Dai dati calcolati sulle diverse stazioni ubicate nel territorio regionale, si è potuto osservare che i venti da ovest e da nord ovest sono i più frequenti nella regione in tutte le stagioni, ad eccezione di qualche area come quella in esame dove come si desume dal grafico, i venti dominanti nell'area d'interesse per frequenza e intensità arrivano da nord ovest e da nord.



Vento al suolo
Dati riferiti alla
stazione di Capo
Sperone

Per quanto riguarda le velocità medie e massime dei venti, la stazione presa in riferimento, risulta quella regionale dove si registrano le più alte velocità. Nella tabella sotto indicata, sono riportate le velocità medie che risultano le più alte registrate nei due mesi che rappresentano le due stagioni estreme dell'anno.

| Mese | Velocità Km/h | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Località |
|---------|---------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|--------------|
| Gennaio | Media | 22 | 19 | 19 | 19 | 20 | 22 | 22 | 24 | Capo Sperone |
| | Max | 130 | 126 | 102 | 83 | 104 | 104 | 130 | 130 | Capo Sperone |
| Luglio | Media | 19 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 19 | 22 | Capo Sperone |
| | Mass | 93 | 74 | 74 | 70 | 74 | 69 | 102 | 95 | Capo Sperone |

8.2.1.2.5. Conclusioni

In base ai parametri analizzati e ai dati a disposizione, si è visto che il regime delle precipitazioni ha una distribuzione spazio-temporale molto irregolare con medie annue tra le più basse dell'isola, i venti sono generalmente forti e di direzione principalmente nord e nord-ovest e contribuiscono ad aumentare l'evapotraspirazione delle zone esposte. La distribuzione degli afflussi meteorici, durante l'anno, segue l'andamento tipico del clima mediterraneo.

8.2.1.3. Quadro normativo di riferimento

La prima legge quadro, in tema di inquinamento atmosferico, è stata la 615 del 1966, che pur con numerose lacune, ha suddiviso il territorio nazionale in due zone di controllo denominate A e B, e quindi ha introdotto una discriminazione tra comuni soggetti alle norme della legge e comuni esclusi da dette norme.

La legge 615 introduce per la prima volta il concetto di inquinamento atmosferico. Le norme introdotte riguardano gli impianti termici, i combustibili, le industrie e i veicoli a motore. I regolamenti di attuazione della legge 615, sono stati il DPR 1391 del 1970 e i DPR 322 e 323 del 1971.

- ❖ DPR 15/04/1971 n. 322 - Questo decreto reca il regolamento di attuazione della Legge 615, limitatamente al settore delle industrie. Il DPR 322 ha introdotto la definizione di impianto industriale e di impianto di abbattimento, la definizione degli organi di vigilanza e la fissazione dei limiti di concentrazione per diversi inquinanti (tabella allegata al DPR).
- ❖ DPCM 28/03/1983 - Nel decreto in oggetto, si definisce un piano organico della prevenzione e del controllo dell'inquinamento atmosferico, inoltre, viene eliminato il criterio della territorialità per quanto riguarda i controlli (zone A e B della Legge 615), viene prevista la realizzazione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria; viene introdotta una valutazione statistica per la verifica del rispetto degli standard, vengono introdotti ufficialmente metodi di analisi automatizzati e vengono introdotti nuovi limiti per le concentrazioni dei principali inquinanti (Tabelle A e B).

- ❖ DPR 24/05/1988, n. 203 - Aggiorna tutta la normativa precedente in quanto recepisce alcune direttive CEE, concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali. L'inquinamento atmosferico, è definito come "ogni modificazione alla normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati". Vengono inoltre aggiornati i limiti del DPCM 28/03/83 ed introdotti i valori guida di qualità dell'aria.
- ❖ Decreti Ministeriali del 20/05/91 - Nel 1991 al fine di attuare ed integrare il DPCM 28/03/83, vengono emanati due importanti decreti ministeriali, entrambi datati 20 maggio che riguardano:
 1. criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria che fornisce le indicazioni per la formulazione dei piani regionali di rilevamento e risanamento, intesi come strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle attività antropiche con emissioni in atmosfera, ai fini della tutela della salute e dell'ambiente;
 2. criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria che detta precisi criteri per la realizzazione di sistemi di rilevamento dei dati di qualità dell'aria, sia in ambito urbano che industriale, al fine di garantire omogeneità e riproducibilità dei risultati su tutto il territorio nazionale.
- ❖ DPR del 25 luglio 1991 - Il DPR in oggetto riguarda tutte quelle attività a ridotto inquinamento atmosferico e ad inquinamento atmosferico poco significativo. Sono attività ad inquinamento atmosferico poco significativo, quelle di cui all'allegato 1 al decreto, mentre sono attività a ridotto inquinamento atmosferico tutte le attività i cui impianti producono flussi di massa degli inquinanti, calcolati a monte di eventuali impianti di abbattimento finali, che risultino inferiori a quelli indicati dai provvedimenti del DPR n°203 del 1988, sono altresì, considerate attività a ridotto inquinamento atmosferico anche quelle che utilizzano, nel ciclo di produzione, materie prime ed ausiliarie che non superano le quantità o i requisiti indicati nell'allegato 2 al decreto in oggetto.
- ❖ D. Lgs. 21/5/2004 n. 171 - Il decreto citato, è in attuazione della direttiva 2001/81/Ce ed è relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici. In particolare si individuano gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti organici volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione stabiliti nell'allegato 1.
- ❖ D. Lgs. 30/5/2018 n. 81 - Il decreto in oggetto, si occupa del recepimento della Direttiva (UE) 2016/2284 (Direttiva Nec) del parlamento europeo e del consiglio del 14 dicembre 2016 concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE. Il decreto, è finalizzato al miglioramento della qualità dell'aria, alla salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e ad assicurare una partecipazione più efficace dei cittadini ai processi decisionali. In particolare il decreto, persegue i seguenti obiettivi:
 1. ridurre il complesso delle emissioni nazionali annue di origine antropica di una serie di sostanze per rispettare specifici livelli entro il 2020 e il 2030;
 2. attivare il monitoraggio delle emissioni di una serie di sostanze per cui non sono previsti obblighi di riduzione delle emissioni;

3. ottenere, attraverso un sistema di monitoraggio, dati relativi agli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

8.2.2. Rumore

8.2.2.1. Principale normativa di riferimento

Le normative in vigore ed applicabili alle emissioni sonore in ambiente esterno, sono le seguenti:

- ❖ DPCM 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno. Il DPCM 1 marzo 1991, che detta i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, rappresenta la prima disciplina nazionale avente quale specifico obiettivo di tutela la protezione degli ambienti abitativi e dell'ambiente esterno dall'inquinamento acustico.
- ❖ Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico. Con la Legge 26 ottobre 1995, n. 447, il legislatore nazionale ha definito i principi fondamentali per la tutela dell'ambiente esterno e di quello abitativo dall'inquinamento acustico. Scopo della legge n. 447/1995 è quello di tutelare l'ambiente esterno e l'ambiente abitativo, inteso come ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità, da sorgenti sonore fisse (art. 2, comma 1, lettera c) o sorgenti sonore mobili (art. 2, comma 1, lettera d), categoria residuale rappresentata da tutte le sorgenti non fisse. Per ciascuna sorgente di rumore, la legge individua il valore limite di emissione (art. 2, comma 1, lettera e) inteso come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa e di immissione (art. 2, comma 1, lettera f) come valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- ❖ DPCM 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore, che fissa i valori limite di emissione e di immissione (assoluti e differenziali), i valori di attenzione e i valori di qualità delle sorgenti sonore riferiti alle 6 classi di destinazione d'uso del territorio previste dalle tabelle allegate al decreto e adottate dai Comuni.
- ❖ Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico. L'atto normativo regola l'utilizzo della strumentazione per la misura del rumore e le norme tecniche che fissano procedure e modalità per effettuarla.
- ❖ D. Lgs. 19 maggio 2005 n°194 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Il presente decreto, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, per l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose, per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.
- ❖ D. Lgs. 17 febbraio 2017 n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. Modifica e integra il D. Lgs. 194/2005 relativo alla gestione del rumore ambientale, e la legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/1995), disciplina la figura

professionale di tecnico competente in acustica e introduce l'obbligo di mappature acustiche e di valutazione di impatto acustico.

8.2.2.2. Definizioni

Il *D.P.C.M. del 1 marzo 1991*, definisce rumore "qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente". Il rumore è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi. Le conseguenze dell'esposizione al rumore possono variare da un individuo all'altro, tuttavia in una relazione dell'OMS del 1996 sul rumore, l'ambiente e la salute si dà particolare risalto ad effetti quali i disturbi del sonno, i danni uditivi o fisiologici (prevalentemente di tipo cardiovascolare) e le difficoltà di comunicazione.

- ❖ Livello L_p della pressione acustica - Il rumore è generato dal livello della pressione acustica di un fenomeno: il livello L_p della pressione acustica P si misura per confronto con la pressione convenzionale P_0 , assunta pari a 20 micropascal, che corrisponde alla soglia di udibilità, secondo la relazione logaritmica:

$$L_p = 10 \cdot \log \left[\frac{P}{P_0} \right] \quad \text{dB(A)}$$

Poiché l'orecchio umano non è ugualmente sensibile a tutte le frequenze, ma recepisce in modo minore le basse frequenze e quelle più elevate, i vari misuratori di livello sonoro includono la così detta curva di ponderazione A, che pesa le singole componenti spettrali in modo simile a quanto fatto dall'orecchio umano. Il valore istantaneo della pressione acustica $P(t)$ viene ponderato secondo la curva A (norma International Electrotechnical Commission n.651 del 1979) ed è espresso in decibel dB(A). Le normali sorgenti sonore presentano le seguenti intensità (dBA): foglie smosse dal vento 20, conversazione a bassa voce 40, conversazione normale 60, macchine calcolatrici 70, automobile a 80 km/h 80, interno motore aereo 100, martello pneumatico 120, aereo al decollo 140.

- ❖ Livello equivalente continuo L_{eq} - Il livello equivalente continuo L_{eq} , indicato dalla normativa internazionale quale indice globale di valutazione degli effetti del rumore, rappresenta il valore medio del rumore in un certo intervallo di tempo. Il L_{eq} , ponderato secondo la curva A, è così definito:

$$L_{eq}(A) = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0} dt \right] \quad \text{dB(A)}$$

dove:

P_0 = livello di pressione di riferimento = 20×10^{-6} Pascal, corrisponde alla soglia di udibilità;

$P(t)$ = variazione della pressione sonora P , in funzione del tempo t ;

T = tempo di misura;

\int = integrale.

Il livello equivalente continuo L_{eq} corrisponde al livello continuo e costante che nell'intervallo di riferimento T possiede lo stesso livello energetico medio del rumore originario fluttuante.

- ❖ Le componenti tonali del rumore - La frequenza caratterizza la tonalità del rumore (da grave a molto acuta). L'intervallo di udibilità dell'orecchio umano è compreso tra circa 20 e 20.000 Hz e viene suddiviso in 9 ottave (l'ottava è l'intervallo entro il quale si raddoppia la frequenza di un suono) o 27

terzi di ottava. Una misura importante, relativa al rumore, è la sua distribuzione in frequenza: si passa dai rumori "a larga banda", cioè con energia distribuita piuttosto uniformemente su tutto lo spettro, alle componenti tonali, caratterizzate da emissioni sonore concentrate in una particolare banda di un terzo d'ottava. Normalmente si tende a riconoscere a queste ultime un particolare effetto disturbante. L'allegato B al D.M. del 16.3.98, al punto 10, prescrive che si riconosce una componente tonale quando il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti di almeno 5 dB; si applica il fattore correttivo KT (+3 dB di penalizzazione) soltanto se la componente tonale tocca una isofonica eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti.

- ❖ Le componenti impulsive del rumore - La presenza di ripetitività di rumori con durata inferiore al secondo, costituisce il criterio identificativo della componente impulsiva. L'evento sonoro si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno che pure, a parità di Leq, implica un particolare effetto disturbante. Anche in questo caso, qualora sia accertata la presenza di una componente impulsiva, viene introdotto un fattore di correzione KI pari a + 3 dB.

8.2.2.3. La zonizzazione acustica del territorio

Per una approfondita valutazione in merito, si rimanda alla relazione inserita come allegato 18 e dal titolo "Valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della l. 447/95" a firma e timbro dell'Ing. Nicola Puddu, di cui nel seguito si riporta uno stralcio.

L'Amministrazione Comunale di Piscinas, ha redatto ed adottato il Piano di Classificazione acustica Comunale. Come si evince dallo stralcio sopra riportato l'attività va ad inserirsi in area di classe II. Si ricorda che l'attività di miniera, è da intendersi come aree a carattere temporaneo. Il Comune, infatti, può autorizzare deroghe temporanee ai limiti di emissione fissati dal Piano di Classificazione Acustica Comunale per l'esercizio di attività connesse con la prospezione, l'estrazione, il trattamento, l'ammasso di risorse minerali; lo sfruttamento di cave. La Classe assegnata a queste aree, è pertanto una classificazione di carattere temporaneo. Le deroghe riguardano le aree all'interno del perimetro di cava così come definite negli atti autorizzatori alla loro realizzazione ed esercizio. Conclusasi l'attività estrattiva decade la zonizzazione temporanea e torna vigente la classe acustica definita dal Piano di Zonizzazione ovvero la classe II. Pertanto si ritiene che con l'atto autorizzativo di rinnovo della concessione mineraria, l'attività di miniera possa essere classificata in classe V temporaneamente.

A livello nazionale la materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, come detto in precedenza, è disciplinata dalla legge quadro n° 447 del 26/10/1995 che stabilisce che i comuni provvedano alla suddivisione dei territori secondo la classificazione stabilita dal D.P.C.M. 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

La tabella A (riportata di seguito) del decreto, definisce 6 zone omogenee in relazione alla loro destinazione d'uso e per ciascuna di queste sono individuati i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, distinti per i periodi diurno (ore 6,00-22,00) e notturno (ore 22,00-6,00).

Secondo quanto stabilito dalla Legge Quadro 447/95, la determinazione dei criteri di riferimento per la zonizzazione è di competenza regionale (artt. 4 e 6).

Se i Comuni interessati dispongono di zonizzazione del proprio territorio, per i ricettori individuati viene determinata la classe di appartenenza e conseguentemente i limiti di rumore validi per i periodi di riferimento diurno e notturno.

All'art. 15 (Regime transitorio) della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, si precisa che nelle materie oggetto dei provvedimenti di competenza statale e dei regolamenti di esecuzione previsti dalla legge stessa, e fino all'adozione dei provvedimenti/regolamenti medesimi, si applicano le disposizioni contenute nel D.P.C.M. 1 marzo 1991 (con l'esclusione di quanto disposto all'art.2, comma 2 e all'art.6, comma 2, per le infrastrutture di trasporto).

Pertanto, in assenza di zonizzazione acustica del territorio comunale, sono validi i limiti provvisori di cui alla tabella indicata nell'art. 6 del citato D.P.C.M. 1 marzo 1991 (tabella B di seguito riportata).

| TABELLA A Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq, A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento (DPCM 14 novembre 1997) | Limiti massimi [Leq in dB(A)] | |
|---|--|-------------------------------|
| | Tempi di riferimento | |
| Classi di destinazione d'uso del territorio | diurno (dalle 6 alle 22) | notturno (dalle 22 alle 6) |
| I - Aree particolarmente protette Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc | 50 | 40 |
| II - Aree prevalentemente residenziali Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente al traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali. | 55 | 45 |
| III - Aree di tipo misto Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici. | 60 | 50 |
| IV - Aree di intensa attività umana Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie. | 65 | 55 |
| V - Aree prevalentemente industriali Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni. | 70 | 60 |

| | | |
|---|-----------|-----------|
| VI - Aree esclusivamente industriali Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi. | 70 | 70 |
|---|-----------|-----------|

| TABELLA B Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq, A) relativi alla zonizzazione urbanistica (art. 6, D.P.C.M. 1 marzo 1991) | Limiti massimi [Leq in dB(A)] Tempi di riferimento | |
|--|--|-------------------------------|
| Zonizzazione | diurno (dalle 6 alle 22) | notturno (dalle 22 alle 6) |
| Tutto il territorio nazionale | 70 | 60 |
| Zona urbanistica A (D.M. 1444/68) | 65 | 55 |
| Zona urbanistica B (D.M. 1444/68) | 60 | 50 |
| Zona esclusivamente industriale | 70 | 70 |

8.2.3. Flora e fauna

8.2.3.1. Flora

8.2.3.1.1. Classificazione fitoclimatica di De Martonne

L'indice di De Martonne, rappresenta un perfezionamento del pluviofattore di Lang, secondo la formula elaborata dallo stesso autore:

$$A = \frac{P}{T + 10}$$

dove: **A** è l'indice di aridità, **P** è la sommatoria delle precipitazioni medie annue (in mm) e **T** è la media temperature annue (in °C). Per la zona in esame il valore è pari a 17,2. Secondo De Martonne a valori del rapporto maggiori di 20, fa riscontro una dominanza di vegetazione forestale.

| Valori dell'indice | Tipo | Valori dell'indice | Tipo |
|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------|
| 0 - 5 | Arido estremo (deserto) | 20 - 30 | Subumido |
| 5 - 15 | Arido (steppe circumdesertiche) | 30 - 60 | Umido |
| 15 - 20 | Semiarido (di tipo mediterraneo) | > 60 | Perumido |

Tali valori secondo la classificazione di De Martonne, evidenziata nella tabella precedente, fanno ricadere tale area in una zona con clima di tipo semiarido. L'indice consente di precisare i vari gradi di umidità e quindi anche di esprimere con valori numerici le condizioni ambientali estreme per certi tipi di piante o per certe colture. È quindi di grande utilità non solo dal punto di vista climatologico, ma anche dal punto di vista vegetazionale. Come detto nel paragrafo relativo alla climatologia l'area rientra secondo la classificazione di De Martonne all'interno del clima semiarido di tipo Mediterraneo. Dal punto di vista biologico, si può dire che non esiste o è quanto meno ridotto il periodo in cui la temperatura media rimane al di sotto dei 10 °C (soglia minima per la vegetazione) per cui risulta importante non tanto la stagione fredda ma quella calda che porta ad una dormienza forzata tutte quelle specie che non riescono in altro modo a superare la siccità estiva.

8.2.3.1.2. Classificazione fitogeografica di Pignatti

Pignatti propone, per un inquadramento climatico della vegetazione italiana, una zonizzazione su base altimetrica cui fa corrispondere fasce di vegetazione ben definite. La zona bioclimatica mediterranea comprende tutta l'Italia peninsulare ed insulare. L'area studiata appartiene alla zona mediterranea secondo la classificazione riportata nella seguente tabella.

| Zona di vegetazione | Fascia | Zona fitoclimatica (secondo Pavari) | Ambiti di altitudine (m s.l.m.) |
|----------------------------|-------------------------|--|---|
| Boreale | | Picetum | > 1700 (1800) |
| Subatlantica | superiore inferiore | Fagetum freddo Fagetum caldo | 1400 (1500) - 1700 (1800) 800 (1000) - 1400 (1500) |
| Medioeuropea | collinare planiziare | Castanetum freddo Castanetum caldo | 200 (400) - 800 (1000) 0-200 (400) |
| Mediterranea (extrazonale) | | Lauretum | Livello mare |

8.2.3.1.3. Caratterizzazione dell'area

La flora di un territorio, ossia la determinazione delle specie vegetali, non è altro che l'espressione di quanto è accaduto in quell'area durante le diverse ere geologiche. Una regione, o anche un piccolo territorio, ha una sua peculiare caratteristica che le è conferita dalla varietà del mantello vegetale. I diversi aspetti che si osservano in un paesaggio vegetale, sono facilmente individuabili, fisionomicamente, in foreste, boschi, macchia, gariga e prati dati dall'insieme di piante che hanno la stesse esigenze ecologiche.

Quindi le specie che mostrano le stesse preferenze per il tipo di clima e suolo si riuniscono in vita comune formando delle comunità vegetali che costituiscono la vegetazione di una regione o territorio. La flora del territorio inquadrato geograficamente nel settore sud-ovest dell'isola è tipicamente mediterranea, intendendo con questo termine quel tipo di flora che vive nella fascia geografica caratterizzata da un clima caldo arido con massimo di precipitazioni in inverno.

L'area in esame, si estende all'interno della parte occidentale del sottosettore biogeografico sulcitano (settore sulcitano iglesiente), includendo le isole di San Pietro e Sant'Antioco, portando ad un elevato sviluppo costiero. Il distretto si caratterizza inoltre per l'assenza di rilievi ad elevata altitudine, con quote che sporadicamente superano i 600 metri. In relazione alle ampie corrispondenze che esistono tra i settori prossimi o distanti dalla costa, alle caratteristiche dei substrati geolitologici, alle caratteristiche floristiche e delle serie di vegetazione, questo distretto vegetazionale è stato suddiviso in due sub-distretti.

Il primo denominato sub-distretto collinare interno ed il secondo sub-distretto insulare e costiero.

Il sub-distretto collinare interno, si caratterizza per la presenza di litologie di tipo carbonatico e subordinatamente di tipo metamorfico e vulcanico effusivo, mentre, il sub-distretto insulare e costiero, si contraddistingue per l'influenza del mare e per la predominanza di paesaggi su rocce effusive acide e da depositi alluvio-colluviali ed eolici litorenei. Nelle aree litologicamente impostate sui substrati metamorfici ed in gran parte delle conoidi alluvionali pleistoceniche, si possono osservare formazioni di quercia da sughero, soprattutto nelle aree marginali non utilizzate per le attività agricole. Le sugherete sono presenti con la serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), sempre in ambito bioclimatico mediterraneo pluvistagionale oceanico, con condizioni termo ed ombrotipiche variabili dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore, a questo proposito gli esempi di maggiore interesse, sono presenti nelle zone di Santadi e Corona Maria con quote comprese tra i 100 e i 600 mslm.. Sui substrati metamorfici che sono ben presenti nella zona ed in

particolare modo nei territori di Muxis e Bau Pressiu, si riconosce la subassociazione rhamnetosum alaterni. I mesoboschi di *Quercus suber*, rappresentano le cenosi più stabili e con un migliore grado di conservazione ed in essi si riscontrano specie arbustive e arboree quali *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, mentre, lo strato erbaceo è prevalentemente rappresentato da *Gallium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*. Le fasi di degradazione della serie sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea*-*Arbutetum unedonis*, mentre, là dove vi è stato il ripetuto passaggio del fuoco si assiste alla presenza di garighe a *Cistus monspeliensis* e *Cistus salvifolius* e per ulteriore degradazione delle formazioni erbacee ed erosione dei substrati si hanno prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e prati terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*.

L'analisi della vegetazione dell'area considerata è stata eseguita secondo il metodo fitosociologico proposto dal botanico svizzero Braun-Blanquet. Lo studio della vegetazione prende avvio con il riconoscimento sul campo delle comunità vegetali. Una volta individuate le comunità vegetali, viene effettuato il rilievo che risulta ad estensione variabile e deve corrispondere alla superficie minima necessaria per avere un campionamento floristico esauriente e rappresentativo del popolamento elementare della vegetazione in oggetto. La stima della copertura viene valutata in percentuale della superficie di terreno su cui ciascuna specie proietta la propria fitomassa (la cosiddetta copertura della specie) ed espressa attraverso indici secondo la seguente scala:

- ❖ 5 = copertura da 81 a 100%
- ❖ 4 = copertura da 61 a 81 %
- ❖ 3 = copertura da 41 a 60%
- ❖ 2 = copertura da 21 a 40%
- ❖ 1 = copertura da 1 a 20%
- ❖ r = copertura < 1%

Lo studio fisiologico della vegetazione compresa nell'area interessata dalla concessione si basa su un rilievo ritenuto sufficiente a caratterizzare il territorio in oggetto che manifesta una notevole uniformità della copertura vegetale.

Dal punto di vista fisionomico strutturale sono stati individuati i seguenti aspetti:

1. macchia termofila,
2. aree coltivate,
3. piccole aree impiantate ad eucalipti,

8.2.3.1.3.1. La macchia termofila

Con il termine macchia s'intende generalmente una formazione vegetale sempreverde, i principali elementi costruttivi della macchia presente nell'area sono: lentisco (*pistacia lentiscus*), fillirea (*phillyrea latifolia* e *p. angustifolia*), oleastro (*olea europea*), cisto (*cistus*). Questa formazione, tende normalmente a coprire interamente il suolo, riduce moltissimo la componente erbacea determinando in aree dedite al pascolo, il verificarsi in modo frequente di incendi, per favorire sia il passaggio degli animali al pascolo, sia per avere una maggiore produzione erbacea e sia per avere nuovi polloni teneri, dalla pronta ripresa vegetativa delle specie legnose. L'area d'interesse, essendo a vocazione agricola, tende a rimanere non coinvolta dagli eventi incendiari e a mantenere la macchia termofila solo in aree circoscritte come siepi di delimitazione o zone che per particolare struttura morfologica del terreno non permettono la lavorazione agricola.

8.2.3.1.3.2. Aree coltivate

Queste aree sono utilizzate a colture orticole (carciofaie) e frutticole (vite e olivo). Possiamo concludere che il territorio in oggetto non presenta delle unicità vegetazionali, di conseguenza la coltivazione della miniera non comporta al mondo della flora del territorio, nessun tipo di sconvolgimento. Inoltre, una corretta ricostruzione del paesaggio in fase di ripristino permetterà a queste specie di insediarsi nuovamente in quelli spazi che gli sono stati temporaneamente sottratti.

8.2.3.2. Fauna

Tra le grandi isole del mediterraneo occidentale, la Sardegna è quella con la più modesta altitudine media (344 metri), seguita dalla Sicilia (441 metri) e dalla Corsica (558 metri). Confrontando questi dati con la superficie delle singole isole, emergono con evidenza il carattere spiccatamente montano della Corsica (8.721 kmq) e una gran similarità tra la morfologia della Sardegna (24.090 Km²) e della Sicilia (25.780 kmq). Le montagne della Corsica, raggiungono con il monte Cinto i 2710 metri e presentano caratteristiche prevalentemente alpine, le montagne sarde (la cui altezza massima è di soli 1834 metri di P.ta La Marmora) e quelle siciliane esprimono una maggiore tipicità mediterranea. Tali differenze trovano conferma sia nei dati climatologici, sia nella estensione della copertura vegetale e parzialmente anche nella composizione della fauna dei sistemi montani delle tre isole. Tuttavia, il modesto gradiente altitudinale della Sardegna è parzialmente compensato dalla movimentata orografia che interessa quasi tutta l'isola e che spesso offre degli habitat strutturalmente montani (pareti rocciose) anche a quote molto modeste o, addirittura, lungo le coste a strapiombo. A questo proposito un esempio significativo, è la presenza storica nel Sarrabus-Gerrei del gipeto a quote altimetriche intorno ai 500 metri. Più in generale, si può affermare che la composizione della fauna della nostra isola e le sue peculiarità confermano sostanzialmente le moderne teorie biogeografiche sull'insularità che indicano una diminuzione delle specie terrestri rispetto ad una superficie equivalente del continente, un incremento delle forme endemiche e un aumento della densità relativa di alcune specie. La fauna è da considerarsi appartenente al sistema montano quando si riproduce al di sopra dell'isoipsa di 1000 metri. Tale limite altimetrico, è da interpretare con una certa flessibilità per quanto riguarda la Sardegna, in quanto molti massicci montani lo superano di poco e la fauna montana tende a riprodursi anche a quote più basse.

Di seguito si riportano sotto forma di elenco le principali specie caratteristiche della zona in esame.

8.2.3.2.1. Elenco delle principali specie

8.2.3.2.1.1. Lista degli anfibi

Ordine *Anura*

Famiglia *Discoglossidae*

Discoglossus sardo

- ✓ Origine: mediterranea tirrenica
- ✓ Biotopi frequentati: sistemi fluviali
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Bufonidae*

Rospo smeraldino

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, ambienti boschivi, insediamenti urbani, praterie montane
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Hylidae*

Raganella sarda (endemismo tirrenico)

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea. Ambienti boschivi, sistemi fluviali, praterie montane
- ✓ Protezione: totale

8.2.3.2.1.2. Lista dei rettili

Ordine *Squamata*

Famiglia *Lacertidae*

Lucertola tirrenica (endemismo sardo-corso)

- ✓ Origine: mediterranea tirrenica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, macchia mediterranea, prateria montana, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Colubridae*

Biscia viperina

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: sistemi fluviali
- ✓ Protezione: totale

Biscia dal collare (endemismo sardo)

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, sistemi fluviali, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

8.2.3.2.1.3. Lista degli uccelli

Ordine *Galliformes*

Famiglia *Phasianidae*

Pernice sarda

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana, ambienti rocciosi
- ✓ Protezione: parziale

Ordine *Columbiformes*

Famiglia *Columbidae*

Colombaccio

- ✓ Origine: europeo turkestanico
- ✓ Biotopi frequentati: ambiente boschivo
- ✓ Protezione: parziale

Ordine *Strigiformes*

Famiglia *Tytonidae*

Barbagianni

- ✓ Origine: cosmopolita
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Strigidae*

Assiolo

- ✓ Origine: vecchio mondo
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Civetta

- ✓ Origine: turkestanico mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Ordine *Passeriformes*

Famiglia *Alaudidae*

Tottavilla

- ✓ Origine: europea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Allodola

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Mtacillidae*

Calandro

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Troglodyidae*

Scricciolo (se nidifica in Sardegna è un endemismo sardo corso)

- ✓ Origine: olearica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, sistemi fluviali
- ✓ Protezione: parziale

Ordine *Turdidae*

Famiglia *Turdinae*

Pettiroso

- ✓ Origine: europea
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea

- ✓ Protezione: totale

Passero solitario

- ✓ Origine: paleo-xeromontana
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Tordela

- ✓ Origine: europea turkestanica
- ✓ Biotopi frequentati: prateria montana, ambienti boschivi
- ✓ Protezione: parziale

Magnianina sarda

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Paridae*

Cinciallegra

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Laniidae*

Averla piccola

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, ambienti boschivi
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Corvidae*

Ghiandaia

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Passeridae*

Passera sarda

- ✓ Origine: turkestanica mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: insediamenti urbani
- ✓ Protezione: parziale

Passera lagia

- ✓ Origine: paleoexerica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, ambienti boschivi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Fringillidae*

Sottofamiglia *Carduelinae*

Venturone

- ✓ Origine: paleomontana
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: totale

Cardellino

- ✓ Origine: europea turkestanica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, bosco, insediamento urbano
- ✓ Protezione: totale

8.2.3.2.1.4. Lista dei mammiferi

Ordine *Rodentia*

Famiglia *Muscardinidae*

Topo quercino

- ✓ Origine: mediterraneo
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, ambiente boschivo
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Muridae*

Topo selvatico

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea, prateria montana

Ratto nero

- ✓ Origine: cosmopolita
- ✓ Biotopi frequentati: tutti

Topolino domestico

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: tutti

Ordine *Carnivora*

Famiglia *Canidae*

Volpe

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, macchia mediterranea

✓ Protezione: parziale
Famiglia *Mustelidae*

Martora

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Donnola

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, bosco, prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Felidae*

Gatto selvatico

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Ordine *Artidactyla*

Famiglia *Suidae*

Cinghiale

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: parziale
- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, macchia mediterranea

Da un'analisi della fauna presente nel territorio preso in considerazione, emerge un campione molto rappresentativo soltanto per alcuni mammiferi e uccelli.

8.2.4. Suolo

Dal punto di vista pedoclimatico, il regime idrico dei suoli è xerico e xerico secco, localmente udico; il regime termico è termico, localmente mesico.

Fondamentalmente nella zona si possono individuare diverse unità di paesaggio di seguito elencate:

- ❖ paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del cenozoico e loro depositi di versante, colluvi (prima unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su argille, arenarie e conglomerati (formazione del Cixerri e di Ussana) dell'Eocene, Oligocene e Miocene (seconda unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene (terza unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su alluvioni e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene (quarta unità di paesaggio).

8.2.4.1. Prima unità di paesaggio

La prima unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e di chimismo intermedio (fonoliti) del cenozoico, dai relativi depositi di versante e dai colluvi.

Si individuano due substrati differenti:

il primo rappresentato da forme aspre e subpianeggianti, su rioliti, riodaciti e ignimbriti, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea,

il secondo con aree con forme da aspre a subpianeggianti su rioliti, riodaciti, ignimbriti e relativi depositi di versante a tratti con copertura arbustiva e arborea e a tratti con presenza di colture arboree.

I suoli sui due substrati sono rispettivamente caratterizzati da:

- ❖ suoli a profilo A-C e A-R e subordinatamente A-Bw-C e roccia affiorante, sono dei suoli poco profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica subangolare, reazione neutra, assenza di carbonati, presenza media di sostanza organica, saturi; mentre nel secondo caso troviamo:

- ❖ suoli a profilo A-C e A-Bw-C e subordinatamente roccia affiorante, sono dei suoli da profondi a poco profondi, da franco sabbiosi ad argilloso sabbiosi, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica subangolare, reazione neutra, assenza di carbonati, presenza da media ad elevata di sostanza organica, saturi.

La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica rispettivamente come Rock outcrop, Lithic Xerothents i primi e Typic, Vertic e Lithic Xerochrepts e Typic e Lithic Xerothents i secondi, mentre, la classificazione FAO (1988) li indica come Rock outcrop, Eutric e Lithic Leptosols, i primi e Eutric e Lithic Leptosols e Eutric e Vertic Cambisols i secondi.

8.2.4.2. Seconda unità di paesaggio

La seconda unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di argille, arenarie e conglomerati (formazione del Cixerri e di Ussana) dell'Eocene, Oligocene e Miocene.

Si tratta di aree caratterizzate da forme ondulate con brevi tratti subpianeggianti.

I suoli hanno profilo A-C, A-Bw-C e A-Bk-C, sono dei suoli da poco profondi a profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso-argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica subangolare ed angolare, reazione da neutra a subalcalina, carbonati da scarsi ad elevati, presenza scarsa di sostanza organica, saturi.

I suoli predominanti secondo la classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) sono: Typic e Lithic Xerothents, Typic e Lithic Xerochrepts, Calcicxerollic Xerochrepts.

8.2.4.3. Terza unità di paesaggio

La terza unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di alluvioni e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.

Il substrato è unico ed è rappresentato da aree da subpianeggianti a pianeggianti con prevalente utilizzazione agricola.

I suoli sui due substrati sono rispettivamente caratterizzati da:

- ❖ suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, sono dei suoli profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica angolare e subangolare, reazione da subacida ad acida, assenza di carbonati, presenza scarsa di sostanza organica, da saturi a desaturati; mentre nel secondo caso troviamo:

- ❖ suoli a profilo A-Bt-Ck, A-Btk-Ckm, A-Bt-Bkm-Ckm, subordinatamente A-C, sono dei suoli profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da argilloso sabbiosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, con struttura poliedrica angolare e subangolare, reazione da neutra a subalcalina, presenza media di carbonati, presenza da scarsa a media di sostanza organica, saturi.

La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica rispettivamente come Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs i primi e Calcic e Petrocalcic i secondi, mentre, la classificazione FAO (1988) li indica come Haplic Nitosols, i primi e Petric Calcisols, Haplic Nitosols e Calcic Luvisols i secondi.

8.2.4.4. Quarta unità di paesaggio

La quarta unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di alluvioni e conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene.

Si tratta di aree caratterizzate da forme pianeggianti o leggermente depresse.

I suoli hanno profilo A-C, sono dei suoli profondi, da franco argillosi a franco argillosi, da poco a mediamente permeabili, con struttura poliedrica angolare in superficie, prismatica o poliedrica angolare in profondità, reazione da neutra a subalcalina, carbonati da assenti ad elevati, presenza bassa di sostanza organica, saturi.

I suoli predominanti secondo la classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) sono: Typic Pelloxererts e Typic Chromoxererts.

8.2.5. Acque superficiali e sotterranee

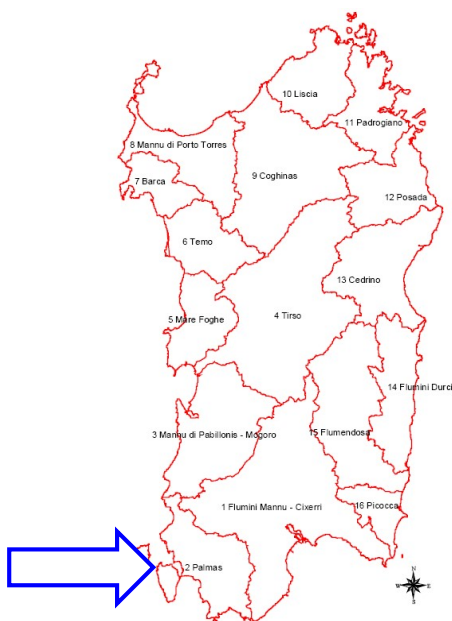
8.2.5.1. Acque superficiali

8.2.5.1.1. Idrografia del Sulcis-Iglesiente

La descrizione al fine di renderla schematica, parte dalla zona compresa tra Capoterra e Teulada e procede verso sud in senso orario, quest'area, si estende per oltre 500 chilometri quadrati tra i bacini del Flumini Mannu e del Riu Cannas e comprende i territori di Sarroch, Villa San Pietro, Pula e Domusdemaria ed una parte di quelli di Assemini, Capoterra, Santadi e Teulada. I corsi d'acqua sono tutti di modesta entità e dotati di deboli portate e sottendono piccoli bacini imbriferi. A sud del bacino del Cixerri, si estende il bacino del Rio di Santa Lucia, separato dal primo da una piccola area drenata da modesti ruscelli. Ancora più a sud, si trovano alcuni bacini minori seguiti dal bacino del Rio Pula che risulta il più importante della zona. Da questo punto fino alla zona del Rio Palmas, l'area è drenata da piccoli rii. Il bacino del Rio Palmas, è caratterizzato da una serie di rilievi montuosi che formano un semicerchio con altitudine maggiore rappresentata dal Monte Is Caravaius (1117 metri), il corso del fiume scorre nella parte basale di un graben e nasce dalla confluenza di diversi rii tra i quali occorre annoverare il Riu Maxias che si sviluppa in direzione circa nord-est con pendenza accentuata per poi diventare Rio Palmas che scorre nella piana del Sulcis con andamento tranquillo. Il suo corso, sfocia nella diga di Monte Pranu per poi proseguire oltre in direzione sud-ovest dove arriva nel golfo di Palmas, dove apporta una notevole quantità di materiale detritico che ha costruito un delta molto schiacciato e che ha contribuito alla creazione del litorale sabbioso di Porto Botte e dei cordoni che si sviluppano tra la costa e l'isola di Sant'Antioco. La zona sud occidentale, che va dal Rio Palmas al Rio Mannu di Pabillonis, presenta la caratteristica di piccoli bacini imbriferi costieri. I bacini sono caratterizzati dalla presenza di corsi d'acqua torrentizi con sviluppo preferenziale in direzione est-ovest.

8.2.5.1.2. U.I.O. del Rio Palmas

Il territorio Regionale è stato suddiviso in Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) ognuna costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi. Attualmente si è proceduto alla suddivisione dell'intero territorio regionale, a partire dai bacini drenanti sui corpi idrici significativi del 1° ordine accorpandovi i bacini minori territorialmente omogenei per caratteristiche geomorfologiche o idrografiche o idrologiche. Tale individuazione ha portato alla designazione di 16 U.I.O. individuate per il territorio regionale la cui denominazione è quella del bacino principale. Nel nostro caso, si ricade all'interno della U.I.O. denominata del Rio Palmas che ha una superficie di circa 1299,60 km quadrati. L'immagine che segue mostra la suddivisione descritta per i bacini della Sardegna.



L'U.I.O. del Palmas comprende:

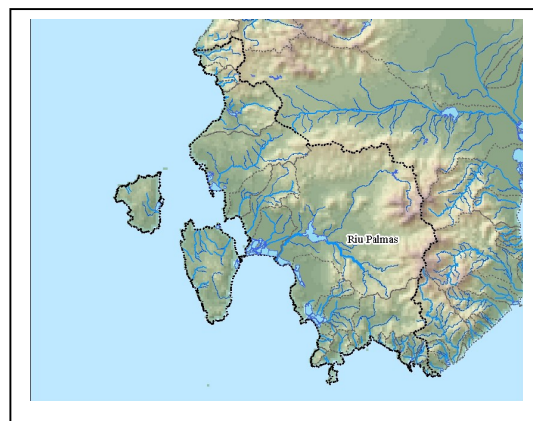
- ❖ il bacino principale del Rio Palmas,
- ❖ i bacini delle due isole di Sant'Antioco e San Pietro,
- ❖ una serie di bacini minori situati nella costa sud-occidentale dell'Isola (Rio Flumentepido, Riu Sa Masa e Riu de Leunaxiu).

La U.I.O. è delimitata a est dal massiccio del Sulcis e a nord dalla valle del Cixerri e dalle pendici occidentali del massiccio dell'Iglesiente, mentre la parte meridionale e quella occidentale interessano una vasta area costiera. L'altimetria varia dai 0 m s.l.m. nelle aree costiere agli oltre 1000 metri di Monte Is Caravius, Monte Sa Mirra, Monte Nieddu, nel cuore del massiccio del Sulcis. Il fiume più importante del bacino è il Rio Palmas che drena una superficie di 477 kmq. Il bacino del Rio Palmas è localizzato nella porzione sud occidentale della regione, di fronte all'isola di Sant'Antioco: è delimitato a Nord dal Monte Orri, ad Est dal Monte Is Caravius, a sud da Punta Sebera e ad Ovest dal Golfo di Palmas. All'altezza dell'abitato di Tratalias, in località Monte Pranu, è stato realizzato uno sbarramento sul fiume principale per la formazione di un invaso le cui acque vengono utilizzate a scopi intersettoriali. A monte di tale invaso il bacino del Rio Palmas si suddivide nei suoi principali sottobacini:

1. Rio Mannu di Narcao
2. Rio Mannu di Santadi
3. Rio di Piscinas
4. Rio di Perdaxius.

Il corso del fiume all'altezza dell'abitato di Tratalias, in località Monte Pranu, è stato sbarrato per la formazione di un invaso ed a monte di tale invaso il bacino si suddivide nei suoi principali sottobacini:

- ❖ Rio Mannu di Narcao,
- ❖ Rio Mannu di Santadi,
- ❖ Rio di Piscinas,
- ❖ Rio di Perdaxius.



Nel tratto a valle dell'invaso il Rio Palmas scorre con andamento regolare e basse pendenze fino a sfociare nel golfo di Palmas, quest'area costiera è caratterizzata da un complesso sistema di aree umide ad elevata valenza naturalistico-ambientale. All'interno della U.I.O. del Palmas ricadono, 34 corsi d'acqua del 1° ordine e 70 corsi d'acqua del 2° ordine, tutti di modesta entità ad eccezione del Rio Mannu di Narcao. Il reticolo idrografico superficiale delle direttrici principali, mostra una direzione dei deflussi nord est-sud ovest e nord ovest-sud est, chiaramente influenzata dalla presenza della linea di costa a sud ovest e a ovest e del lago di Monte Pranu a nord.

I deflussi principali dell'area della concessione e di quella limitrofa sono rappresentati da:

- ❖ rio Funtanaluna con direzione di scorrimento delle acque da sud est verso nord ovest e sviluppo in direzione circa sud est-nord ovest, dove a sud del Monte Perda Morta confluisce nel rio Piscinas. Il suo percorso è in parte interno all'area della concessione nella sua parte meridionale,
- ❖ rio Piscinas, scorre esternamente nella parte meridionale della concessione, si sviluppa in direzione nord ovest-sud est, per ruotare in direzione est ovest e poi disporsi nuovamente in direzione nord ovest-sud est. Le acque defluiscono verso nord dove si riversano nel lago di Monte Pranu,

L'area dei cantieri di nuova apertura, è situata nel bacino idrografico del Rio Funtanaluma che è un bacino secondario sulla destra idraulica del Rio Piscinas. La sua origine è in territorio di Santadi ad una quota di 295 metri e si sviluppa con forma regolare con direzione sud-est nord-ovest con interessamento della porzione centro orientale del territorio comunale di Piscinas. Il bacino è di modeste dimensioni, con una superficie di circa 5.5 kmq, con una pendenza media dell'asta principale di circa 4%, nel complesso il bacino si presenta poco acclive con pendenze prossime al 6% ma in gran parte inferiori al 2%. Tutti i corsi d'acqua presentano un andamento fortemente dipendente dall'entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con piene durante le stagioni piovose e alveo pressoché asciutto durante le stagioni siccitose estive. La zona mostra una totale assenza di sorgenti.

8.2.5.2. Acque sotterranee

Sulla base del quadro conoscitivo attuale, sono stati individuati, per tutta la Sardegna, 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

I complessi acquiferi significativi, sono stati individuati sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità.

Per quanto riguarda questo secondo aspetto, è stato dato maggiore risalto agli acquiferi quaternari costieri, maggiormente vulnerabili (centri abitati, insediamenti turistici, ingressione marina, agricoltura intensiva), rispetto ad alcuni acquiferi profondi siti in aree scarsamente antropizzate.

Di seguito, si riportano gli acquiferi individuati nella U.I.O. del Rio Palmas e che interessano il territorio in esame:

1. acquifero dei carbonati Cambriani del Sulcis-Iglesiente, comprende:
 - l'unità carbonatica Cambriana composta da metacalcari e metadolomie.
 E' dotato da permeabilità per fessurazione e carsismo medio-alta. Lo spessore medio di tale acquifero è di 600 metri, è caratterizzato da prelievi abbondanti e da sorgenti con portate abbondanti.
2. acquifero dei Carbonati Mesozoici del Golfo di Palmas, comprende:
 - l'unità carbonatica mesozoica.

E' dotato di permeabilità complessiva medio-alta per fessurazione e carsismo. Lo spessore medio di tale acquifero è di 200 metri, è caratterizzato da prelievi scarsi.

3. acquifero delle vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis, comprende:

- l'unità delle vulcaniti Oligo-Mioceniche.

E' dotato di permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici e epiclastici. Lo spessore medio di tale acquifero è di 200 metri, è caratterizzato da prelievi medio e da sorgenti con portate medie.

4. acquifero detritico carbonatico Eocenico di Carbonia, comprende:

- l'unità detritico-carbonatica Eocenica.

E' dotato di permeabilità complessiva media; media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici, medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici, bassa per porosità nei termini argillosi. Lo spessore medio di tale acquifero è di 50 metri, è caratterizzato da prelievi scarsi.

5. acquifero detritico alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis, che comprende:

- l'unità detritico-carbonatica Quaternaria e
- l'unità delle alluvioni Plio-Quaternarie.

E' dotato di permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Lo spessore medio di tale acquifero è di 20 metri, è caratterizzato da prelievi medio scarsi.

6. acquifero detritico alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri, che comprende:

- l'unità detritico-carbonatica Quaternaria e
- l'unità delle alluvioni Plio-Quaternarie.

E' dotato di permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Lo spessore medio di tale acquifero è di 20 metri, è caratterizzato da prelievi scarsi.

L'area interessata dai lavori minerari, rientra all'interno del complesso acquifero detritico alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis. Dal punto di vista idrogeologico, le formazioni presenti ed interessate dagli scavi, sono caratterizzate da una pressoché inesistente circolazione idrica a causa della bassissima permeabilità dei litotipi rappresentati da argille che per antonomasia sono i terreni impermeabili tipo. Pertanto, l'infiltrazione delle acque, quando presente, può essere dovuta alla presenza di lenti conglomeratiche o sabbiose, che hanno, quando presenti, una estensione limitata ed in ogni caso sono dotate di una bassissima capacità di ricarica per il fatto che si trovano inserite all'interno di litologie impermeabili, caratterizzate da una inesistente o bassissima capacità di migrazione della risorsa idrica.

8.2.6. Sottosuolo

8.2.6.1. Geologia dell'area

In questo paragrafo, si descrive brevemente la geologia della zona e la sua storia strutturale, limitatamente ai depositi presenti nell'area della miniera e nelle aree limitrofe. Nel Sulcis, le rocce più antiche appartengono al Paleozoico inferiore e sono costituite in larga parte da facies sedimentarie, principalmente da siltiti ed areniti e subordinatamente da calcari e dolomie, che presentano un debole metamorfismo, indotto dalle azioni dinamiche legate ai corrugamenti caledoniani ed ercinici. Tali litologie sono ascrivibili al

Cambriano e all'Ordoviciano. In trasgressione, al di sopra di questo basamento, si rinvencono piccoli affioramenti di rocce che costituiscono una sequenza vulcano-sedimentaria, contenente un'interessante flora di età Permiana (Barca et al., 1992), nonché, rocce carbonatiche mesozoiche, formate da placche disarticolate appartenenti al Trias medio e al Giurassico; solamente nella parte meridionale dell'Isola di Sant'Antioco tali litologie sono ascrivibili al Cretaceo. Il settore occidentale del Sulcis è stato interessato, durante il Paleocene, da un locale episodio ingressivo, databile al Thanetiano, testimoniato, peraltro, ad Orosei, dai clasti, contenuti entro il conglomerato di Cuccuru 'e Flores, e dal ritrovamento, nel Sulcis, alla base del complesso del "Miliolitico" Auct., di livelli ad *Alveolina cf. primaeva* (Murru & Salvadori, 1990), a cui ha fatto seguito una fase di transizione protrattasi sino all'Eocene medio (Cherchi, 1972; Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969; Cherchi, 1985) e una condizione di continentalità che perdura sino ad oggi. Si è avuta la deposizione in particolari orizzonti, durante la fase sedimentaria eocenica di transizione, di notevoli quantità di sostanze vegetali, che costituiscono l'attuale giacimento di carbone eocenico del Sulcis. Tali sostanze vegetali sono disposte in più livelli per uno spessore totale di circa 80 metri, dando al giacimento una consistenza economica, avvalorata da molteplici campagne di sondaggi. Successivamente, alla deposizione dei livelli ligniferi, si assiste all'instaurarsi di una fase continentale subaerea, tale condizione ha permesso, a partire dall'Eocene medio, la deposizione di ingenti quantità di materiale alluvionale (siltiti, areniti e psefiti), che costituiscono la Formazione del Cixerri (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969), che si può riferire ad un sistema deposizionale di piana alluvionale (Barca & Palmerini, 1973), avvenuto successivamente alla fase compressiva pirenaica e prima dell'instaurarsi del sistema di rifting, causato dalla rotazione e traslazione del blocco Sardo-Corso (Cherchi & Montadert, 1982; Murru M., 1990). L'insorgere del magmatismo Oligo-Miocenico ad affinità essenzialmente calcoalcalina, va ricondotto ai moti di deriva della microplacca sardo-corsa. Geneticamente, questo magmatismo può essere ricondotto alla subduzione di crosta oceanica lungo un piano di Benioff immergente a N o NW (Beccaluva et al., 1987). Il vulcanesimo Oligo-Miocenico, presente nell'entroterra sulcitano, ha una potenza complessiva di circa 1000 metri e non risulta omogeneamente distribuito nel territorio né sotto l'aspetto petrografico-vulcanologico né sotto quello cronologico. I prodotti più antichi, rappresentati da termini basaltici e/o andesitici, risalgono a circa 28 Ma (Bellon, 1976) ed affiorano nel settore orientale dell'entroterra, e precisamente nella Fossa di Carbonia-Narcao-Giba, mentre i prodotti più recenti di tipo trachitico, risalenti a circa 13-0,6 Ma (Maccioni et al., 1990), fanno parte di una sequenza essenzialmente ignimbritica, costituita da termini comenditici e riolitico-riodacitici, che affiorano, estesamente, nelle Isole di S. Pietro e S. Antioco o, in modo ridotto, nella fascia costiera ad esse antistante. Per la descrizione, partiremo dalle sequenze stratigrafiche più antiche presenti per spostarci verso le più recenti.

8.2.6.1.1. Cenozoico

8.2.6.1.1.1. La Formazione del Cixerri (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969)

La fase di continentalità del Sulcis occidentale, è senz'altro perdurata fino al Paleocene-Eocene inferiore fino a quando il mare ha invaso momentaneamente l'area più a ovest. Tale formazione continentale poggia in discordanza talvolta sugli scisti ordoviciani e talvolta sulle formazioni cambriane, costituita prevalentemente, da arenarie quarzose variegate, a cemento carbonatico con intercalate lenti argillose e, spesso, marnoso-siltose. I potenti banchi conglomeratici che costituiscono la parte più alta, presentano dei clasti poligenici, eterometrici e policromi a prevalente componente Paleozoica (quarzo, scisti, arenarie, granitoidi) ed in sub-ordine Mesozoica. Dall'analisi delle caratteristiche morfometriche, risulta una lunga

elaborazione, in ambiente fluviale, con una successiva deposizione in area di delta. La parte basale, interessata al passaggio con il Produttivo, è caratterizzata da un aumento delle litologie siltoso-arenacee, di colore grigio, intervallate da argille nerastre e, talora, da carbone.

8.2.6.1.1.2. Il vulcanismo Oligo-Miocenico sulcitano

L'inquadramento stratigrafico del vulcanesimo Oligo-Miocenico sardo, individuato nel Logudoro-Bosano, ma applicabile a tutti i distretti nei quali è presente questo vulcanesimo, si deve a Deriu (1962; 1964), inizialmente e successivamente a Coulon (1977). Questa successione è stata distinta, dall'autore, in 4 serie aventi caratteristiche petrografiche e vulcanologiche peculiari, sommariamente rappresentabili in due gruppi litologici fondamentali:

- A) Andesitoide (a composizione variabile da basaltico ad andesitico; essenzialmente lavico);
- B) Trachitoide (a composizione riolitico-riodacitica; essenzialmente esplosivo).

Coulon (1974) ridefinì questa successione nel seguente modo:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Serie Andesitica Terminale | SA3 con andesiti e basalti (Miocene medio); |
| 2. Serie Ignimbritica Superiore | SI2 con ignimbriti (Miocene inferiore); |
| 3. Serie Andesitica Superiore | SA2 con andesiti e basalti (Miocene inferiore); |
| 4. Serie Ignimbritica Inferiore | SI1 con ignimbriti (Oligocene superiore); |
| 5. Serie Andesitica Inferiore | SA1 con prevalenza di andesiti (Oligocene superiore). |

A quest'ultimo autore si deve anche una prima interpretazione geodinamica del vulcanesimo sardo che viene, ora, relazionato al moto di deriva del blocco Sardo-Corso secondo gli schemi della tettonica globale. A partire dagli anni '70, si giunse ad una migliore definizione della stratigrafia del vulcanismo Cenozoico, grazie alle numerose datazioni assolute relative ad alcuni complessi vulcanici sardi, quasi tutte effettuate col metodo K/Ar su roccia totale (Arana et al., 1974; Savelli, 1975; Coulon, 1974-77; Assorgia et al., 1975; Savelli et al., 1979). Tali dati radiometrici, riguardanti tutto il vulcanismo sardo compreso quello Cenozoico, furono interpretati in sintesi da Beccaluva et al., (1985). Recentemente, sulla scorta dei dati raccolti negli anni precedenti, si è inquadrato il vulcanesimo Oligo-Miocenico sardo nell'ambito più generale dell'evoluzione geodinamica del Mediterraneo, sia col vulcanesimo orogenico Cenozoico (Beccaluva et al., 1987) sia col magmatismo Neogenico-Quaternario, sviluppatosi nella regione tirrenica e peritirrenica. Il vulcanismo calco-alcalino Oligo-Miocenico, ricopre nella Sardegna occidentale, una superficie di circa 10000 km² dei quali il 14 % a sud, il 17 % al centro e il 69 % al nord. Il vulcanismo calco-alcalino è cronologicamente, poco rappresentato (pochi milioni di anni) in certi distretti, mentre in altri, come ad esempio il Logudoro-Bosano, è presente in sequenze che abbracciano un periodo di tempo molto ampio (20 milioni di anni circa). Nel settore del Sulcis, la prima classificazione che è stata proposta, è quella del Taricco (1934), che studiò essenzialmente, la serie vulcanica delle Isole di San Pietro e Sant'Antioco, mettendo in evidenza la successione già descritta in precedenza. Garbarino, Maccioni e Salvadori (1985), nella stesura della carta geopetrografica dell'Isola di San Pietro, adottarono la classificazione già descritta precedentemente. Assorgia et al., (1992) negli studi sull'entroterra sulcitano, interessato dalla coltivazione del giacimento "carbonifero" hanno identificato la successione delle litologie vulcaniche. Nel settore del Sulcis, sembra mancare una sicura e completa sequenza di episodi ignimbritici "antichi" e cioè con età compresa tra i 23 e i 18 m.a. (Bellon, 1976; Savelli et al., 1979; Coulon, 1977; Beccaluva et al., 1987), che si rinvenivano, invece, in altri settori della Sardegna, come il Logudoro-Bosano (Deriu, 1964; Coulon, 1977; Assorgia et al., 1990), la parte occidentale dell'Arcuentu (Assorgia et al., 1986a; 1986b) e la media valle del

Tirso (Porcu, 1972). Arealmente, possiamo suddividere il Sulcis in due settori, il primo quello di Carbonia-Narcao, con prevalenza di prodotti basaltico-andesitici, stratigraficamente più antichi (Taricco, 1934; Assorgia et al., 1992), il secondo quello di Seruci-Nuraxi Figus-Matzaccara, con diffusione di prodotti prevalentemente ignimbrici (daciti, rioliti e comenditi). In questo contesto la faglia di Paringianu si delinea come un'importante linea di tettonica attiva durante il ciclo ignimbrico, in quanto limita i termini più alti della serie solo al settore a sud di questa faglia, ove affiorano, pertanto, anche le comenditi. La presenza di termini comenditici, in una sequenza ignimbrica prevalentemente a carattere peralcalino, è senz'altro importante, in quanto le rocce comenditiche, dal punto di vista geodinamico, si rinvennero nella maggior parte dei casi in contesti distensivi come nelle zone marginali dei grandi rifts continentali (ad es. Rift dell'Etiopia; Mac Donald, 1975), anche se con carattere sodico sensibilmente differente.

- La sequenza del vulcanismo iniziale

Nel Sulcis, a partire da 28 Ma (Savelli et al., 1979; Bellon, 1981; Beccaluva et al., 1985) si sviluppa un'attività vulcanica essenzialmente lavica, poco estesa arealmente perché ricoperta da prodotti vulcanici più recenti. Le vulcaniti sono ripartite arealmente entro due strutture:

- ❖ la prima, con andamento est-ovest, denominata fossa di Carbonia-Narcao, lunga 15 e larga 10 chilometri, nella quale sono diffuse le vulcaniti basaltico-andesitiche sia arealmente su una superficie di circa 40 km quadrati sia per spessori con bancate di potenza fino a 300 metri, di natura piroclastica e lavica. La fossa è delimitata a nord da un pilastro tettonico, costituito essenzialmente da rocce paleozoiche e a sud sempre da rocce paleozoiche nonché da rocce carbonatiche mesozoiche e da sedimenti terrigeni della formazione del Cixerri;
- ❖ la seconda, con andamento nord ovest-sud est, denominata fossa di Cortoghiana, tronca ad occidente la precedente ed è delimitata ad est dalla faglia di Cortoghiana che la porta a contatto con un pilastro di rocce paleozoiche, mentre, nella sua zona occidentale una serie di faglie ad andamento nord ovest-sud est, la fanno degradare sotto il livello del mare. Rispetto alla prima fossa, il vulcanismo andesitico, risulta sia per estensione sia per spessori, meno sviluppato.

I due settori, sono strutturalmente delimitati da una direttrice tettonica disposta con direzione nord est-sud ovest.

Microscopicamente le rocce basaltico-andesitiche, presentano struttura porfirica, tessitura isotropa o fluidale con pasta di fondo quasi sempre ialina o ipoialina. I plagioclasti, rappresentano la fase fenocristallina più abbondante, sia in cristalli singoli sia in glomeruli, con un contenuto in anortite che varia tra il 50 e il 75 %. La componente femica, è rappresentata da clino e ortopirosseni.

- La sequenza del vulcanismo terminale

Lo studio geologico di dettaglio delle vulcaniti cenozoiche sulcitane ha permesso la ricostruzione e suddivisione del vulcanismo terminale in 12 unità principali. In particolare, all'interno di questa successione ignimbrica, è stata evidenziata la presenza di intercalari sedimentari e/o epiclastici e/o superfici pedogenizzate che testimoniano periodi di stasi nell'attività vulcanica intervenuti fra alcuni degli eventi eruttivi principali. Le unità vulcaniche sono state denominate utilizzando i nomi delle località nelle quali è ovviamente visibile la migliore esposizione. Dal punto di vista classificativi (TAS), cadono ad eccezione delle rocce comenditiche tutte nel campo subalcalino. Le unità vulcaniche sono riconducibili a flussi piroclastici e a trabocco di magmi schiumosi (boiling over). La sequenza individuata dal basso verso l'alto può essere così schematizzata:

1. Unità di Corona Maria (daciti) - CM
2. Unità di Lenzu (rioliti-riodaciti) - LE
3. Complesso di Acqua sa Canna (daciti) - AC
4. Unità di Seruci (rioliti) - SE
5. Unità di M.te Crobu - MC
6. Complesso Conca is Angius (rioliti-riodaciti) - CA
7. Unità di Nuraxi (rioliti) - NU
8. Unità di Matz...ccara - MZ
9. Complesso Comenditico (Auct.) - CO
10. Unità di Monte Ulmus (alcali rioliti - comenditi) MU
11. Unità di Paringianu (rioliti) - PA
12. Unità di Serra di Paringianu (rioliti) - SP

Dal punto di vista vulcanologico i prodotti sono classificati come:

- ❖ Ignimbriti (s.s.) poco saldate, costituite quasi totalmente da frammenti magmatici vescicolati e/o ceneri. Appartengono a questo gruppo le seguenti Unità: Acqua sa Canna, Conca is Angius, Comenditi p.p. e Paringianu.
- ❖ Vulcaniti molto saldate nelle quali la scarsa frammentazione interessa solo i cristalli liberi. La pasta di fondo, presenta tessiture riconducibili verosimilmente a meccanismi dominati da flusso laminare tipici di sistemi viscosi a bassa efficienza di trasformazione energia termica-energia meccanica esplosiva. Appartengono a questo gruppo le seguenti unità: Serra di Paringianu, Nuraxi, Lenzu, M.te Ulmus (p.p.) e Comenditi (p.p.).
- ❖ Vulcaniti con frammenti magmatici porfirici indicanti strutture da quenching, poco o punto vescicolati che si addensano in particolari orizzonti delle coltri ignimbritiche ; presentano forte saldatura e pasta di fondo talora costituita da shards vetrosi saldati, talora interessata a moti laminari o vorticosi. Appartengono a questo gruppo le seguenti unità: Corona Maria, Seruci, M.te Ulmus (p.p.) e Comenditi (p.p.).

Lo studio di tutti gli aspetti geogiacimentologici, indica che l'area in esame è caratterizzata nello stadio iniziale da una tettonica radiale, determinata da un sistema di faglie distensive e da un horst ad andamento nord ovest. Le unità piroclastiche da CM a CA, sembrano relazionate ad apporti provenienti da nord ovest e da ovest. L'unità di NU appare relazionata ad apporti provenienti da ovest e sud ovest non più relazionata all'horst nord sud.

8.2.6.1.2. Quaternario

La formazione del Cixerri, è ricoperta da sedimenti di natura alluvionale costituiti da alluvioni antiche terrazzate. Tali sedimenti, sono costituiti da depositi incoerenti composti da ghiaie ciottolose alternate a livelli lentiformi di argille e arenarie talvolta di colore rossastro. Nell'area in esame, il Quaternario è rappresentato da depositi sabbiosi di origine eolica che ricoprono ampiamente la copertura vulcanica Cenozoica. Meno estesi risultano, i depositi alluvionali attuali, ubicati nelle depressioni ricolme temporaneamente d'acqua piovana.

A) Depositi eolici.

Si rinvencono in quasi tutta la fascia costiera occidentale. Si possono dividere in due facies principali: una, cementata a stratificazione incrociata costituita da arenarie quarzose, a cemento carbonatico attribuibili a

dune fossili di età wurmiana, ciò è confermato dal fatto che in un sondaggio effettuato per la costruzione della centrale termoelettrica di Portovesme, in queste sabbie furono ritrovati resti di Cervidi (Comaschi Caria, 1955); l'altra costituita da sabbie sciolte, sempre di accumulo eolico, recente che una volta estratte vengono utilizzate come inerti per malte e calcestruzzi. Queste ultime si rinvennero estesamente in località Sa Matta de s'Ollastu, Su Lacu de s'Acqua, Carpanetto nei pressi di Porto Paglia e nel tratto di costa che va da Caletta de Arci a Capo Giordano.

B) Alluvioni recenti.

Si presentano di colore rosso-bruno-scuro con numerosi clasti di dimensioni variabili, appartenenti sia al conglomerato della Formazione del Cixerri, sia alle vulcaniti Terziarie. La loro disposizione areale, fa pensare ad una loro deposizione nei bassi morfologici della copertura vulcanica.

C) Depositi recenti fluvio-lacustri

Le alluvioni recenti, ampiamente diffuse nelle fasce costiere hanno tessitura da limo-sabbiosa a limo-argillosa. Depositi lacustri sono stati individuati in aree ristrette, costituiti da crostoni a cemento carbonatico con fauna a gasteropodi, probabilmente generatisi in piccoli stagni e lagune creatisi, a seguito dell'isolamento di tratti di mare causati da cordoni dunari di genesi eolica.

8.2.6.2. Tettonica

Nel 1973, Coccozza & Schaffer affermano che le faglie dirette che hanno dato origine ai "Graben" della Sardegna si sono individuate a partire dall'eocene inferiore quando, in tutto il Mediterraneo e nell'Europa Centrale e Orientale, si stabilì un campo di tensioni, con σ_1 regionale SSW-NNE parallelo alle faglie, determinato sia dal movimento verso nord della placca africana che dall'aumento della velocità di apertura dei sistemi di "rift" nord atlantici e artici. I compartimenti abbassati dai movimenti verticali vengono invasi dal mare nell'Eocene inferiore e in corrispondenza di essi ha inizio la sedimentazione dei bacini terziari. L'orientazione del campo regionale delle tensioni varia, secondo i suddetti Autori, nel corso del tempo. Nell'Oligocene, durante la rotazione antioraria della Sardegna, il σ_1 regionale assume una direzione nord-sud e determina la formazione del sistema di faglie nord ovest-sud est, nord-sud e sud ovest-nord est. Nel Neogene l'orientazione del σ_1 regionale è nord ovest-sud est; a questo è legato il collasso del blocco tirrenico secondo fratture orientate nord-sud. In precedenza, Valera (1967) aveva sostenuto che le principali strutture legate alla tettonica disgiuntiva di età alpina derivano dalla riattivazione di faglie paleozoiche orientate nord 30° ovest, che è la direzione del Graben del Campidano, e nord 65° est, che è la direzione della struttura del Cixerri. Tali zone di frattura sono state la sede, secondo l'Autore, di imponenti fenomeni disgiuntivi in epoche anche recentissime che hanno determinato lo sprofondamento, documentato da valli sospese e da fenomeni di cattura, di tutto il settore ad occidente dell'attuale costa sarda. Anche Arthaud & Matte (1975) affermano che importanti strutture terziarie della Sardegna derivano dalla riattivazione di faglie del Paleozoico superiore che sono state generate da spinte orizzontali mediamente orientate nord 10°. Si tratta di faglie trascorrenti destre (nord ovest-sud est) e sinistre (sud ovest-nord est) che formano domini distribuiti in una grande zona di taglio legata al movimento destro del complesso Scudo Canadese-Groelandia-Europa rispetto al blocco africano. In seguito, le faglie predette si sarebbero rimosse con movimenti verticali prevalenti ed avrebbero dato origine, ad esempio, alla struttura terziaria del Campidano che si sarebbe, infatti, imposta su una grande faglia trascorrente destra nord ovest-sud est di età paleozoica. Nell'area in studio i dati dell'analisi di superficie consentono soltanto di affermare da un lato che

la faglia di Cortoghiana (N-S) è stata sicuramente attiva dopo la sedimentazione della Formazione di Ussana che, nella località tipo, è stata riferita all'Aquitano da Pecorini & Pomesano Cherchi (1969) ma in quest'area è posteriore alle vulcaniti di età assoluta 13-18 Ma e dall'altro che la faglia di Acqua Sa Canna ha agito dopo il Miocene medio che è l'età delle rocce vulcaniche più recenti da essa dislocate. Non è possibile invece definire, tramite l'analisi dei rapporti strutturali, l'età relativa delle faglie.

8.2.7. Paesaggio

Per paesaggio, si intende una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni (fonte: Convenzione Europea del Paesaggio, Firenze 20 ottobre 2000).

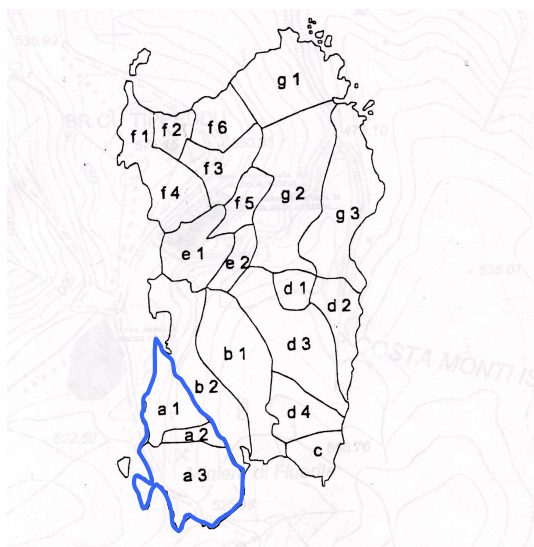
8.2.7.1. Geomorfologia

8.2.7.1.1. Inquadramento generale

Secondo la suddivisione operata dal Pelletier, la Sardegna risulta suddivisa in sette grandi unità morfologiche, così denominate:

- ❖ Regioni del sud-ovest (a);
- ❖ Campidano (b);
- ❖ Massiccio dei Sette Fratelli (c);
- ❖ La dorsale del Gennargentu ed il bacino del Flumendosa (d);
- ❖ La regione vulcanica di Campeda e della media valle del Tirso (e);
- ❖ I rilievi del nord-ovest (f);
- ❖ Il gruppo degli altopiani e delle creste a nord del Gennargentu (g).

L'area in esame ricade entro l'area A, nella sub regione delle regioni del sud-ovest denominata Sulcis.



Il Sulcis, geograficamente, occupa la zona più meridionale della Sardegna e si trova a sud del bordo meridionale del Campidano e della depressione del Cixerri. I suoi rilievi sono complessi, con presenza di graniti e micascisti e litologie vulcaniche. La morfologia della zona è assai complessa, possiamo distinguere la zona orientale in cui si trova un vasto complesso montuoso, inserito entro la fascia costiera ad est e a sud e i rilievi di Terraseo e la depressione di Santadi-Villaperuccio-Narcao a ovest, mentre, la zona occidentale, è caratterizzata dai rilievi e dalla depressione di Carbonia. Il paesaggio dell'area in esame, mostra inoltre delle particolarità date dalla presenza di numerose creste ad andamento rettilineo, quali: da Punta Orbai (648 metri) a Punta San Pietro (589 metri), a ovest di Villaperuccio in direzione nord nord ovest-sud sud est

quella di Monte Pisanu (252 metri), a nord di Villaperuccio quella che da Nuraghe Tronu arriva fino a San Michele Arena con direzione circa nord ovest-sud est e la serie di creste che da Monte Santu Miai arriva fino a Punta is Coris con direzione est ovest, presso Masainas, le creste che da Arcu sa Cruxi (200 metri) giungono fino al Monte Giara (282 metri) seguendo una direzione circa nord-sud. Il settore sud orientale, dell'area da noi esaminata, è un settore in prevalenza montuoso e si profila come una grande anticlinale tra le zone ribassate del Golfo di Palmas e di Cagliari. L'anticlinale inizia dalla zona di Capoterra dove i rilievi montuosi aumentano di altitudine spostandoci verso sud, dove spiccano Monte Arcosu con i suoi 948 metri e Monti Lattias con 1086 metri. Il paesaggio con queste aree si mostra decisamente montagnoso con elevate pendenze dei versanti e vallate profonde, con differenziazioni legate alle litologie presenti, su quelle granitiche si evidenziano scarpate o versanti estremamente ripidi e spogli, mentre, su quelle metamorfiche, si evidenziano numerose valli incassate incise nella roccia con lati ripidi caratteristiche di aree a notevole forza erosiva. I rilievi degradano man mano che ci spostiamo verso la costa orientale. La zona a sud è caratterizzata dalla parte meridionale dei rilievi di Pantaleo, in cui troviamo un caratteristico insieme di rilievi montuosi disposti a forma semicircolare dove spiccano Monte is Seddas (405 metri), Punta su Pineddu (492 metri), Monte Cerbus (492 metri) e Punta Rosmarino, mentre a sud est di Giba, troviamo nelle litologie calcaree, una serie di creste con i caratteristici affioramenti di Muccioni Nieddu, Monte Mureci, Monte Cogotis e Punta Scoddis. Questi allineamenti scolpiti sulle litologie dei calcari del metallifero del Cambriano medio, sono nelle aree ad ovest accompagnate da un'altra serie di rilievi che non hanno grandi altitudini ma sono caratterizzate da creste aguzze e versanti ripidi e si estendono da Arcu sa Cruxi (200 metri) fino a Monte Giara (282 metri). La zona che si estende da Capo Malfatano a Teulada e all'interno fino a Santadi, è caratterizzata da altitudini modeste con incrementi verso le aree interne, da creste e da versanti caratterizzati dalla presenza di numerosi burroni. Il paesaggio si presenta abbastanza monotono per la presenza di forme modellate da una forte dissezione. L'area tra Capo Malfatano e Capo Teulada, nella cui zona centrale si trova il porto di Teulada, è caratterizzata da una forma morfologica a rias. Nella parte più meridionale, il litorale è caratterizzato dalla presenza di pianure alluvionali con litologie a granulometrie molto fini che ricoprono le sottostanti litologie coerenti generalmente sbandate a formare dei piani inclinati, si evidenziano diversi processi di erosione e rideposizione, come a Porto Zafferaneddu e nella parte più interna di Cala Piombo dove si rinvencono numerose aree di accumulo di detriti derivanti da fenomeni di alterazione. La parte retrostante la zona di Porto Botte, dove si trova il centro abitato di Giba è costituita dalle alluvioni terrazzate messe in opera per l'azione dei corsi d'acqua. L'area specifica in cui si trova il centro abitato di Giba, è costituita da alluvioni grossolane che degradano da una altitudine di circa 100 metri fino a 20 metri, lo spessore delle litologie incoerenti è modesta, permettendo alle litologie trachi-andesitiche sottostanti di emergere per formare dei rilievi isolati (Monte Nigali, alto morfologico del nuraghe Tratalias). La zona litoranea di questa parte del distretto considerato, è composta da formazioni molto complesse, con altopiani e bassopiani questi ultimi caratteristici per la presenza di stagni e acquitrini. La parte retrostante del Golfo di Palmas, è caratterizzata dalla presenza di formazioni vulcaniche che formano la zona di edificazione del centro abitato di Villarios e del Monte de Palmas, verso est si ritrovano i calcari metalliferi del cambriano, mentre, nella zona tra Villarios, Masainas e Giba emergono litologie che vanno dai calcari del giurassico (Monte su Estrai), alle andesiti e alle arenarie del terziario. Il paesaggio è caratterizzato da ampie valli con ondulazioni poco accentuate, rilievi con versanti abbastanza regolari e con deboli pendenze. Le zone depresse sono sede degli stagni di Porto Botte e di Porto Pino. Un'altra area importante nel

distretto considerato, è quella centrale formata da una depressione lunga circa 20 chilometri e larga circa 10 che si estende in direzione ovest-est. I bordi della depressione, sono talora netti di origine strutturale e tettonica, con la zona centrale occupata da rilievi vulcanici caratteristici per la disposizione delle colate con in alcuni casi altitudini superiori a quella dei bordi. L'area centrale pian piano è stata riempita da materiali erosi dai rilievi circostanti facendone diminuire la sua profondità. Il bacino è sicuramente interessante per le vicende geologiche che si sono succedute nel tempo, a colate vulcaniche irregolari di lave calme e fluide, con estensioni e spessori non regolari si sono intervallate manifestazioni vulcaniche che hanno originato forme più aspre. Le prime date da lave di composizione andesitica di colore grigio-rossastro con al di sopra le lipariti rossastre, hanno generato le forme tabulari del Monte Narcao e del Monte San Michele Arenas, con nella zona intermedia la presenza di formazioni tufacee di grande spessore messi in posto per la enorme quantità di ceneri emesse durante l'eruzione che formano un piano inclinato a forte pendenza. I rilievi vulcanici, sono caratterizzati dalla presenza di valli profonde attraversate da corsi d'acqua con prevalente direzione nord sud. La parte settentrionale del settore, vede la presenza andando da est verso ovest di una serie di rilievi, tra i quali annoveriamo: Corona Arrubia (357 metri), Monte Essu (325 metri), Punta Coremò (325 metri) e Ses Mattas. Nella zona sud occidentale, troviamo il complesso del Monte Narcao (481 metri) dove nella sua zona meridionale si trova la piattaforma vulcanica di Magai che forma un tavolato inclinato da nord est verso sud ovest. La zona occidentale, è invece caratterizzata da complessi vulcanici decisamente più estesi tra i quali citiamo il Monte San Michele Arenas (492 metri), il Monte Cervi (470 metri), il Pizzu Arrubiu (382 metri) e il Monte Sirimagus (368 metri). I versanti di questi rilievi, mostrano la successione delle diverse colate vulcaniche. Nella depressione, sono presenti degli altri rilievi di minore altitudine e di litologie differenti da vulcaniche a marnoso-arenacee. La zona ad ovest di Santadi è caratterizzata dalla presenza di rilievi con versanti ripidi in direzione sud-est e dolci in direzione sud-ovest con tipico andamento a cuevas, tutti di origine vulcanica molti dei quali isoalti, tra i quali citiamo: Monte Fenugu, Monte medau e il Monte Perda Morta. Alternati a questi rilievi, si trovano rilievi più regolari e con forme più arrotondate litologicamente costituite da arenarie terziarie (Monte Sedda Sa Gruxi 163 metri). Il settore nord-occidentale della depressione, dove si trova il centro abitato di Narcao è caratterizzato da rilievi con versanti abbastanza dolci con nella parte alta la presenza di litologie marnose. I bordi della depressione, sono raccordati con l'area centrale da piani inclinati con la presenza di superfici di erosione e zone di accumulo, tra questi annoveriamo i piani in prossimità di Perdaxius, Narcao e Santadi.

8.2.7.1.2. Descrizione dell'area limitrofa

Le aree limitrofe, al perimetro della concessione, sono state analizzate spostandoci dai confini verso i diversi punti cardinali.

L'area a ovest, è caratterizzata dalla presenza del Lago di Monte Prano, oltre il quale le quote aumentano con pendenze in certi punti anche rilevanti, mentre, nella sua parte orientale, le quote aumentano senza grosse variazioni di pendenza con la caratteristica di frequenti ma poco estesi alti morfologici. L'area a est, è caratterizzata da zone pianeggianti e sub-pianeggianti con forme ondulate per la presenza di isolati alti morfologici, con leggeri incrementi delle quote e deboli pendenze. L'area a sud, si presenta come una zona dapprima sub pianeggiante con deboli pendenze per poi divenire più variegata dal punto di vista delle forme dove ritroviamo P.ta Muccioni Nieddu (306 metri) e Monte Foneddu (198 metri). A sud est rispetto al centro abitato di Giba, le quote assumono valori più ragguardevoli come ad Arcu sa Cruxi (169 metri) e in località Serra Mura (287 metri). L'area a ovest, è caratterizzata da una lenta e progressiva diminuzione delle quote

con deboli pendenze e morfologie ondulate. Sono rari gli alti morfologici, quando presenti hanno piccole estensioni e quote non rilevanti. L'area è condizionata dalla presenza della linea di costa nella sua parte più occidentale.

8.2.7.2. Inquadramento paesaggistico

La zona è caratterizzata dalla presenza di un paesaggio nel quale non solo la vegetazione, ma anche la fauna, non sono state radicalmente modificate per le esigenze delle attività produttive quali quelle agricole, orticole o arboricole. Il territorio circostante l'area della miniera, si presenta con vegetazione naturale, essenzialmente costituita da raggruppamenti molto limitati realmente e quantitativamente di specie arboree e arbustive, queste ultime generalmente sotto forma di siepi. Tutti questi elementi, hanno origine naturale e sono costituiti da specie autoctone, ad eccezione di specie arboree quali eucalipti, che vengono utilizzati per la costituzione di filari frangivento o di bonifiche produttive per la produzione di legna da ardere. Al fine di poter effettuare una valutazione paesistica del territorio in analisi, si sono rilevate e analizzate le componenti paesistiche maggiori (biotopi come per esempio, boschi, acque correnti, acque stagnanti, sorgenti, rocce, doline, dune, ecc.) e quelle minori (elementi vegetali, elementi geologico-morfologici, elementi idrologici, confini) ed è stato assegnato a ciascuno un punteggio da 1 (negativo) a 5 (positivo) attraverso delle check-list di valutazione analitica delle componenti paesistiche. I punteggi parziali sommati fra loro, danno un punteggio totale che varia da 4 a un massimo di 20. In base al punteggio totale, si stabiliscono le seguenti classi di valore paesaggistico:

- ❖ classe 1 (valore modesto) : punteggio totale da 4 a 8
- ❖ classe 2 (valore medio) : punteggio totale da 9 a 14
- ❖ classe 3 (valore alto) : punteggio totale da 15 a 20
- ❖ indipendentemente dal punteggio totale conseguito (quindi da 4 a 20), la presenza di una difesa giuridica (per esempio un monumento o una piccola riserva naturale) comporta l'inserimento in classe 4.

Nel caso in oggetto, il valore finale assegnato è pari a 12, pertanto l'ambito è inserito in classe 2 con valore paesistico medio.

8.2.7.3. Elementi ambientali

Considerando l'area delimitata dal territorio d'ambito numero 5, così come definito dal Piano Paesaggistico Regionale, costituiscono elementi ambientali:

- ❖ il tratto costiero tra il Ponte Romano di Sant'Antioco e la foce del Riu Palmas caratterizzato dalla presenza del sistema umido dello Stagno di Santa Caterina-Salina di Sant'Antioco;
- ❖ il Rio San Milano ed i suoi sedimenti alluvionali recenti;
- ❖ la conoide alluvionale su cui si sviluppa la zona prevalentemente agricola a sud ovest dell'abitato di San Giovanni Suergiu;
- ❖ il Riu Palmas che sfocia in mare a est della salina di Sant'Antioco;
- ❖ il Monte di Palmas;
- ❖ la piana colluvio-alluvionale che si estende dal Monte di Palmas allo Stagno di Mulargia;
- ❖ il sistema di spiaggia emersa di Porto Botte- Paristeris (Sa Salina);
- ❖ il sistema delle aree umide di Porto Botte e Baiocco;
- ❖ i versanti settentrionali del promontorio del Monte Sa Perda e del Monte Sarri.
- ❖ la piana retrolitorale di Masainas;

- ❖ la dorsale collinare culminante con il Monte Sarri a sud e Monte sa Perda a nord;
- ❖ il tratto di costa ripida prevalentemente rocciosa immediatamente a nord del promontorio di
- ❖ Porto Pino sino a Paris Sarri;
- ❖ il settore di Porto Pineddu posto a nord del promontorio di Porto Pino;
- ❖ il promontorio carbonatico, il litorale sabbioso e il complesso staginale di Porto Pino,
- ❖ la piana alluvionale–detritica, vasta superficie che contorna a nord le zone umide;
- ❖ il settore di costa rocciosa tra Guardia Desogus e Punta Cala Piombo;
- ❖ l'estesa zona composta da sistemi orografici di versante intercalati da settori a elevata dinamicità morfoevolutiva posta all'estremità orientale dell'ambito numero 5;
- ❖ la piana intorno all'abitato di Giba e di Piscinas, composta da una estesa superficie di spianamento, percorsa dal Riu di Piscinas;
- ❖ la piana di Tratalias, estesa superficie semipianeggiante;
- ❖ i rilievi vulcanici e sedimentari di Monte San Michele Arenas-Monte Narcao-Sa Corona Arrubia.

8.2.7.3.1. Principali emergenze archeologiche e naturalistiche dell'area

8.2.7.3.1.1. Piscinas

A Piscinas possiamo ammirare numerose bellezze naturali ed artistiche. Tra le tante citiamo: la Villa Salazar, eretta nel XIX secolo e fino a pochi anni fa abbandonata a se stessa (oggi è in restauro e presto vi si aprirà un centro culturale); le dune di sabbia della spiaggia di Piscinas, che sono annoverate tra le più belle della Sardegna. La presenza di uomini nella fertile pianura, a pochi chilometri dal mare, di Piscinas e Giba si può ipotizzare nel neolitico (VII-VI millennio a.C.), a riprova di questo fatto, sono le testimonianze della grotta di Su Benatzu, della grotta di Monte Miana, della roccia di Tatinu, della Domus di Janas, di Narboni is Gennau, della stazione di Solnes, ecc.. In epoca romana fu valorizzata la potenzialità agricola del territorio. Nei secoli VII-X d.C. le frequenti incursioni saracene sulle coste e nei paesi vincitori indebolirono sempre più la presenza di Bisanzio con la conseguente formazione dei Giudicati come entità autonome. Donazioni del Giudicato di Cagliari alla Chiesa di Pisa e Genova favorirono la penetrazione pisana e genovese che si risolse nel XII secolo con il prevalere dei pisani (1257) nel Giudicato di Cagliari e più significativamente nella Curatoria del Sulcis. Dopo l'anno mille a Piscinas, come in altre località vicine, vi fu la presenza monacale con relativo convento. Dal 1337 la Villa o il Salto di Piscinas congiuntamente a Giba compare nelle carte feudali. Successivamente, Guantino de Serra ottenne nel 1355 anche le ville di Piscinas e Giba. Nel difficile periodo delle rivolte contro la Corona d'Aragona risulta che Pietro de Milany, catalano, ottenne in Sardegna i feudi un tempo appartenuti alla famiglia de Serra alleata a Mariano IV d'Arborea e fra questi Giba e Piscinas. In seguito alla richiesta del Sindaco di Iglesias al parlamento del 1538 relativa alla restituzione dei salti del fu Don Raniero Bellit alla Capitaneria della città, nel 1578 tale richiesta fu approvata. Poco dopo la città di Iglesias vendette il Salto di Piscinas al Magnifico Pietro Salazar. La villa di Piscinas data la sua vicinanza al mare andò man mano decadendo per le frequenti incursioni barbariche.

8.2.7.3.1.2. Aree limitrofe

Nel golfo di Palmas vi è una piccola spiaggia (spiaggia di Porto Botte) e la zona palustre, la terza in Sardegna per vastità e habitat naturale caratterizzata dalla presenza di animali come fenicotteri rosa, aironi, cavalieri d'Italia, garzette, avocette, pollo sultano e falco di palude e altri interessanti volatili delle zone umide che possono essere avvistati con facilità.

❖ *Chiesa di Santa Marta*

La chiesa di Santa Marta si trova a Villarios, nella zona dove prima sorgeva l'antico paese. Risale all'XI secolo (alcuni scritti ne testimoniano l'esistenza già nel 1068) e faceva parte delle chiese del vescovato del Sulcis come la chiesa di Santa Maria di Palmas, la chiesa di Santa Maria di Flumentepido e la chiesa di San Giorgio di Tului.

❖ *Nuraghe Meurra*

Il complesso nuragico di Meurra segna i confini tra Giba, Tratalias e San Giovanni Suergiu; è un nuraghe complesso, in ottime condizioni, risalente al XII secolo a.c. attorniato dai resti di un villaggio nuragico, di un pozzo sacro e di una tomba dei giganti, parzialmente distrutti dai lavori di distribuzione dell'acqua nell'invaso di Montepранu. Pur essendo un monumento di grande interesse, è ancora in attesa di essere valorizzato con futuri scavi e studi.

❖ *Chiesa della Madonna del Rosario*

La chiesa parrocchiale, dedicata alla Madonna del Rosario a Villaperuccio, fu costruita nel 1913, in seguito alla donazione testamentaria di un ricco proprietario locale, tale Bartolomeo Argioli, di numerosi terreni alla parrocchia, avvenuta alla metà del XIX secolo; per l'esecuzione del testamento chiese però la costruzione di una chiesa da dedicare alla Madonna del Rosario.

❖ *Necropoli di Montessu*

Uno dei siti più celebri di tutta la Sardegna è la necropoli di Montessu, che si apre sul versante di una collina trachitica con parecchie decine di domus de janas. Si tratta della più vasta necropoli a domus de janas di tutta la Sardegna meridionale e presenta tombe dalla planimetria assai varia, spesso di dimensioni molto differenti. Si distinguono tra tutte due sepolture particolarmente belle. L'area archeologica, di grande interesse anche sotto l'aspetto naturalistico, domina dall'alto la grande pianura attraversata dal Rio Palmas, che sfiora il moderno abitato di Villaperuccio e che, un tempo, alimentava il villaggio preistorico di S'Arriorgiu e i fertili campi verso lo sbocco sul mare, ad Ovest.

❖ *Menhir di Monte Narcao e di Terrazzu*

Non lontano dalla necropoli si possono vedere ancora in situ giganteschi menhir aniconici. Il Monte Narcao è situato a ovest della necropoli di Montessu, il monolito si trova sulla sommità. Il menhir di Monte Narcao è alto circa 6 metri e presenta sezione ogivale con angoli arrotondati. Il più grande è il monolito di Su Terrazzu, alto 5 metri circa e mutilato da un fulmine della parte superiore, noto col nome di Luxia Arrabiosa.

❖ *Medau di Is Meddas*

Le campagne di Villaperuccio presentano anche altri motivi di interesse, tra questi il caratteristico agglomerato rurale di piccole dimensioni il medau o furriadroxu (del Sulcis) di Is Meddas, a pochi chilometri dal paese, è particolarmente grazioso perché conserva la struttura originaria, con la corte centrale a pianta quadrata, su cui si affacciano le basse abitazioni dei contadini ed il palazzotto del proprietario della zona.

❖ *Chiesa di Santa Maria*

La chiesa di Santa Maria a Tratalias, inglobata nel borgo antico ed è l'unico edificio che resta del borgo medievale, a sud del nuovo abitato. L'ex cattedrale si erge imponente tra le casupole di modesta altezza e dimensioni ridotte, oggi in parte ristrutturate e convertite ad usi più consoni ad esigenze turistiche. La chiesa è edificata con le rocce sedimentarie e vulcaniche locali, ha pianta a tre navate divise da arcate a tutto sesto impostate su pilastri quadrangolari sagomati agli spigoli. L'abside è a nord ovest. La copertura è lignea. La facciata si articola in due ordini. A sinistra e a destra entrando nell'aula, sono murate nella controfacciata

due epigrafi, una delle quali reca il nome di Guantino Cavallino. Nella navatella nord è appeso un trittico pittorico cinquecentesco. Santa Maria di Tratalias, un tempo cattedrale, rappresenta uno degli edifici più intatti e anche per questo importanti nel panorama romanico sardo.

8.2.7.4. Carta dell'uso del suolo

L'uso del suolo descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di aree individuate come omogenee al loro interno (agricole, urbane, industriali, corpi idrici, infrastrutture, ricreative, naturalistiche, ecc.), alla scala di indagine e con la metodologia utilizzata.

E' l'unico indicatore che visualizza l'entità e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio, ed è in grado di individuare i cambiamenti nell'uso del suolo in agricoltura.

La carta dell'uso del suolo è allegata alla presente come allegato 7.

8.2.8. Assetto socio economico

8.2.8.1. Trasporti

8.2.8.1.1. La rete stradale

Le direttrici principali presenti in Sardegna, sono rappresentate dalle reti di connessione dei centri urbani di livello superiore, pertanto la zona in oggetto non è interessata da tali strutture.

Per quanto riguarda la Sardegna, le strade che appartengono alla rete di 1° livello sono:

- ❖ SS 131 Porto Torres-Sassari-Cagliari;
- ❖ SS 597-SS 199 Olbia-Sassari;
- ❖ SS 291 Sassari-Aeroporto di Alghero.

Si nota come queste strade, siano quelle che formano la cosiddetta "Y", ovvero che garantiscono i collegamenti con i principali porti (Cagliari, Olbia, Porto Torres) ed aeroporti (Cagliari, Olbia, Alghero) dell'isola. Le altre strade che in Sardegna fanno parte dello SNIT, ma non della rete di 1° livello, sono tutte le strade che restano di competenza dello Stato dopo il conferimento alle Regioni e agli enti locali delle funzioni in materia di viabilità. Il sistema stradale sardo è attualmente composto da una rete di circa 49.000 km, suddivisa, dal punto di vista amministrativo, secondo la seguente ripartizione: rete statale, di circa 3.002 Km, rete provinciale, di circa 5.541 Km e rete comunale ed altri, di circa 40.457 Km.

Nell'area di nostro interesse, il collegamento con il sistema infrastrutturale regionale e, quindi, con gli altri ambiti territoriali, è garantito dall'ossatura fondamentale, costituita:

- ❖ sul versante più settentrionale dalla SS 130 e,
- ❖ sul versante occidentale, dalla SS 126 in direzione nord-sud da Iglesias fino a Sant'Antioco.

Queste direttrici, si configurano come le direttrici periferiche principali dello sviluppo territoriale. L'unione tra i centri del bacino considerato avvengono, sfruttando prioritariamente le strade statali e provinciali. Tra le strade statali presenti, annoveriamo la strada statale 195 detta strada statale sulcitana che corre in direzione circa sud ovest-nord est a sud dell'area della concessione. La sua prosecuzione dal centro abitato di Giba, è data dalla strada statale 293 che prosegue in direzione nord est passando per il centro abitato di Piscinas e per quello di Nuxis e proseguendo oltre.

Le strade provinciali sono le seguenti:

- ❖ SP 77 che unisce il centro di Tratalias con la strada statale 195 ed in direzione nord est prosegue fino al centro di Perdaxius,
- ❖ SP 74 che unisce i centri abitati di Giba e Tratalias, passando a sud del Lago di Monte Prano,
- ❖ SP 79, che passa a nord del Lago di Monte Prano partendo da Villaperuccio e si unisce alla SP 77.

8.2.8.1.2. La rete ferroviaria

La rete sarda complementare e secondaria, gestita da Rfi spa, è costituita da ≈430km di linee (2,7% del totale nazionale) a scartamento ordinario non elettrificate a binario unico, eccettuati i 16,6 km della Cagliari-Decimo in esercizio a doppio binario. Lo schema della rete, praticamente risalente al 1881, è elementare: una dorsale longitudinale di ≈300km collegante Cagliari con G. Aranci (nel nord-est) dalla quale si diramano, all'altezza di Chilivani (nel centro-nord), verso nord-ovest una tratta di 66 km per Sassari-Porto Torres e, all'altezza di Decimo (a sud), verso ovest, una tratta di 8 km per la città di Iglesias con una sub-diramazione di 22 km all'altezza di Villamassargia per la città di Carbonia. L'area non è servita dalla rete di livello nazionale e non presenta nessuna delle direttrici di trasporto appartenenti alle Ferrovie della Sardegna. L'area non è attraversata dalle direttrici del trasporto locale appartenenti alle Ferrovie della Sardegna.

8.2.8.1.3. La rete aeroportuale

La rete aeroportuale sarda è costituita dagli scali di Cagliari–Elmas, Alghero-Fertilia, Olbia–Costa Smeralda che rappresentano tre dei ventitré scali del Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti così come definito dal PGT. L'aeroporto di Cagliari sorge nel territorio del comune di Elmas, lo scalo olbiese rappresenta il secondo scalo sardo in ordine di importanza e per volumi di traffico movimentato, l'aeroporto di Alghero-Fertilia dista 12 chilometri dal centro della città di Alghero e circa 25 chilometri da Sassari. Gli aeroporti secondari sono rappresentati da quello di Tortolì e da quello di Oristano, che costituiscono una parte trascurabile del movimento totale in quanto il primo è uno scalo stagionale, operativo da maggio a settembre, il secondo è attualmente inattivo. Nessuno di questi scali insiste sull'area del territorio considerato, l'area è collegata attraverso diverse strade provinciali e statali allo scalo di Cagliari-Elmas.

8.2.8.1.4. La rete portuale

Il sistema dei collegamenti marittimi tra Sardegna e Continente, può essere sinteticamente rappresentato secondo due direttrici fondamentali:

1. la prima direttrice è quella che coinvolge il sistema portuale dell'area cagliaritano e sassarese, mentre
2. la seconda è identificabile nel complesso sistema portuale dell'alta Gallura.

In dettaglio tale schema può così essere sintetizzato:

- ❖ Polo di Cagliari (porto commerciale, scalo industriale noto come Porto Canale e terminal industriali di Assemini e di Porto Foxi comprendente due terminal petroli);
- ❖ Polo del Sulcis-Iglesiente;
- ❖ Polo di Oristano (porto industriale);
- ❖ Polo di Porto Torres, (porto commerciale e porto industriale);
- ❖ Polo Nord Orientale, (porti di Palau, La Maddalena e Santa Teresa di Gallura);
- ❖ Polo di Olbia, (porto commerciale e industriale e terminale ferroviario di Golfo Aranci);
- ❖ Polo di Arbatax, (porto commerciale e industriale di Tortolì-Arbatax).

A tale assetto è poi necessario aggiungere gli 81 porti turistici localizzati lungo le coste che completano il sistema portuale sardo: alcuni di questi scali sono esclusivamente dedicati al diportismo come nel nostro bacino quello di Portoscuso. Nell'area periferica del bacino considerato, si trova una parte del sistema portuale definito come polo del Sulcis-Iglesiente, che nella sua totalità è costituito dal sistema portuale di Portovesme-S.Antioco (principalmente a supporto dei locali nuclei industriali) e da quello di Carloforte e Calasetta, questi ultimi utilizzati principalmente per i collegamenti di breve raggio con l'isola di San Pietro.

8.2.8.2. Inquadramento antropico

8.2.8.2.1. Analisi dell'area

Per avere un inquadramento dell'area in cui insiste l'attività in oggetto, si sono presi in considerazione i dati relativi ai comuni di Tratalias, Giba, Santadi e Piscinas, comuni interessati dall'attività in oggetto e quelli dei comuni di Carbonia, San Giovanni Suergiu, Teulada e Villaperuccio.

8.2.8.2.2. Popolazione

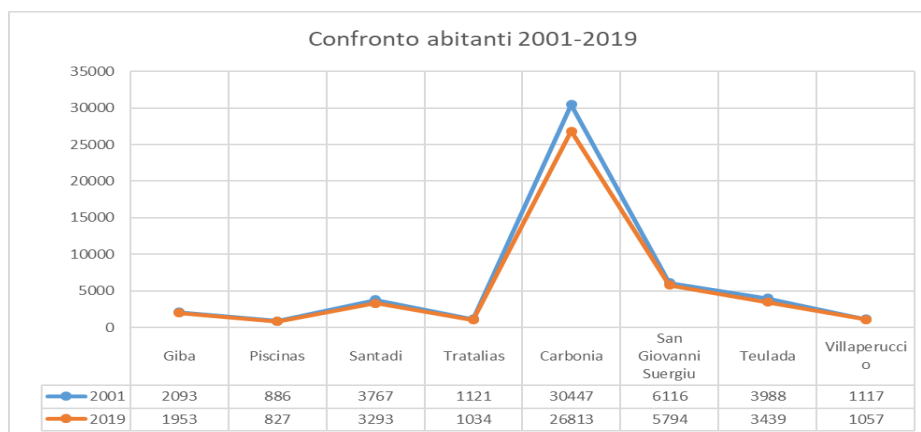
La popolazione risiede principalmente nei paesi limitrofi, mentre, le campagne sono a bassa densità abitativa. La popolazione residente nei centri sopraccitati e la densità di popolazione, secondo i dati provenienti dall'ISTAT, è riportata nella tabella che segue:

| Comune | Abitanti 31-12-2019 | Densità di popolazione |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Giba | 1953 | 64,17 |
| Piscinas | 827 | 48,95 |
| Santadi | 3293 | 28,27 |
| Tratalias | 1034 | 33,25 |
| Carbonia | 26813 | 184,23 |
| San Giovanni Suergiu | 5794 | 80,06 |
| Teulada | 3439 | 13,97 |
| Villaperuccio | 1057 | 29,02 |

Il grafico sottostante, mostra la variazione del numero degli abitanti nei centri limitrofi considerati, in tutti si evidenzia la tendenza alla diminuzione più o meno accentuata.

Nel complesso negli otto centri considerati si è passati da un totale di 49535 abitanti nel 2001 a 44210 nel 2019 con una perdita del 10,75 %. Il centro con il maggiore spopolamento è stato Teulada con un -13,8%, quello con il dato migliore, san Giovanni Suergiu con -5,2%.

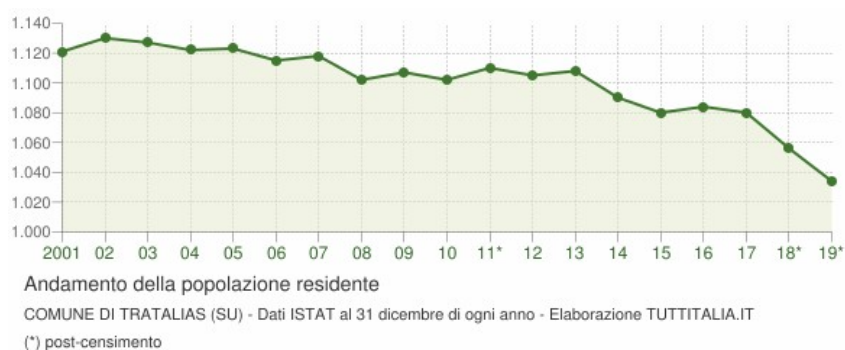
Questi dati mostrano la sofferenza del territorio dal punto di vista demografico che si ripercuote su tutti i settori.



Il comune di Villaperuccio ha fatto registrare nel censimento del 1991 una popolazione pari a 1.160 abitanti, nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.117 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.097 abitanti mostrando quindi nel ventennio 1991-2011 una variazione percentuale di abitanti pari al -5,43%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2019, secondo i dati ISTAT.



Il comune di Tratalias ha fatto registrare nel censimento del 1991 una popolazione pari a 1.189 abitanti, nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 1.121 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione di 1.107 mostrando quindi nel ventennio 1991-2011 una variazione percentuale di abitanti pari al -6,90%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2019, secondo i dati ISTAT.



Il comune di Giba ha fatto registrare nel censimento del 1991 una popolazione pari a 2.286 abitanti, nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 2.093 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 2.120 abitanti mostrando quindi nel ventennio 1991-2011 una variazione percentuale di abitanti pari al -7,26%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2019, secondo i dati ISTAT.

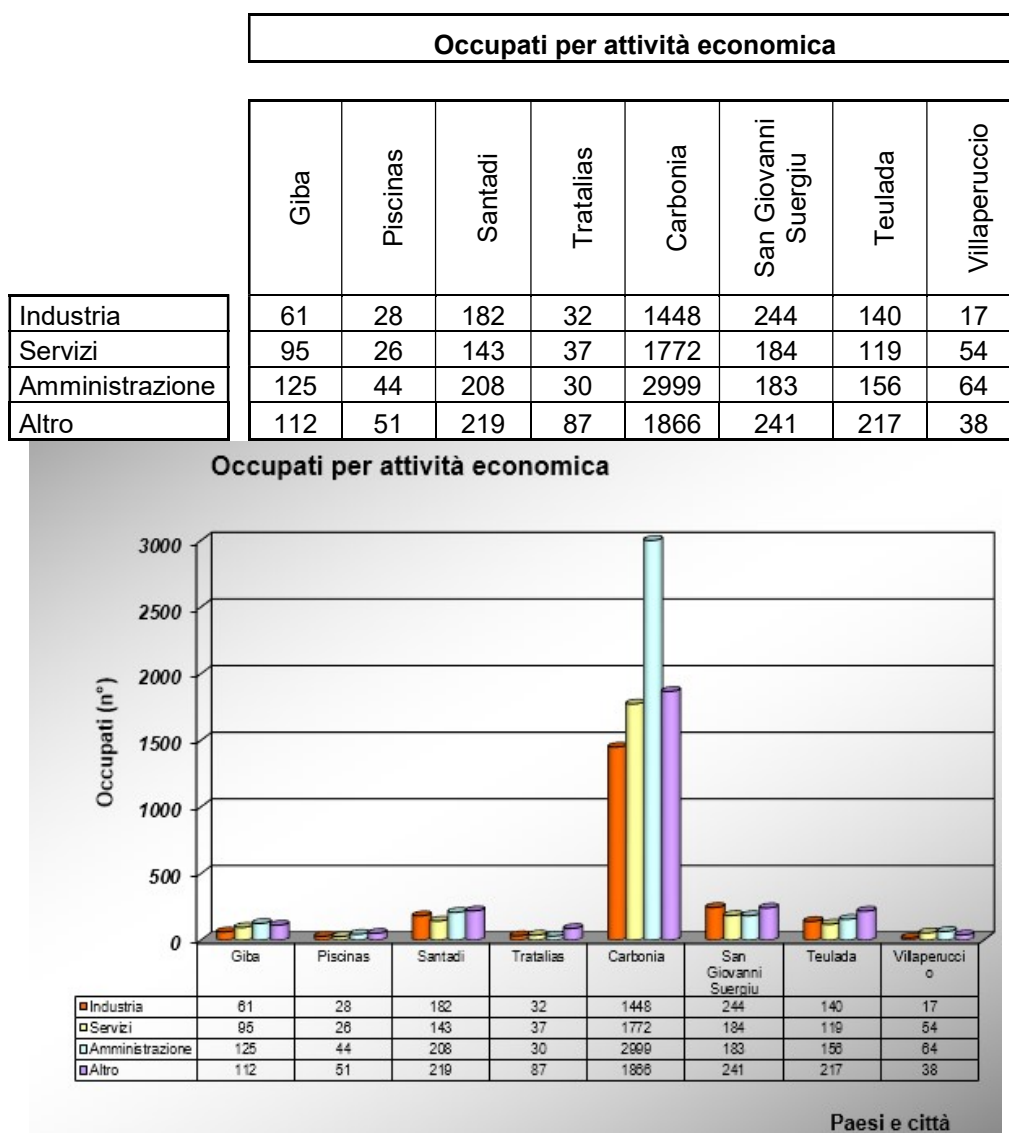


Il comune di Piscinas ha fatto registrare nel censimento del 1991 una popolazione pari a 992 abitanti, nel censimento del 2001 ha fatto registrare una popolazione pari a 886 abitanti, nel censimento del 2011 ha fatto registrare una popolazione pari a 872 abitanti mostrando quindi nel ventennio 1991-2011 una variazione percentuale di abitanti pari al -12,10%. Il grafico sottostante, mostra la variazione della popolazione dal 2001 al 2019, secondo i dati ISTAT.



8.2.8.2.3. Occupazione

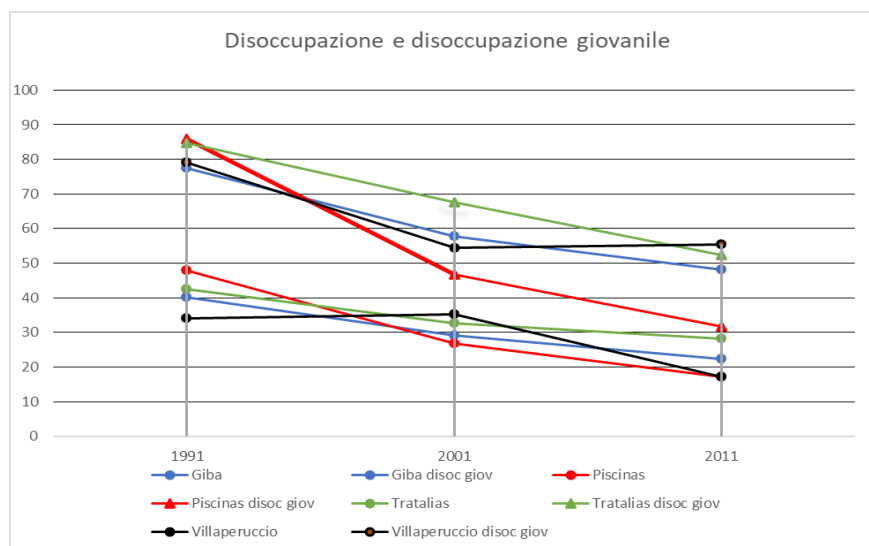
I dati del numero degli occupati, suddivisi per attività economica e relativi agli 8 centri considerati, sono i seguenti:



La tabella e il grafico seguente, mostrano i dati relativi al tasso di disoccupazione globale e al tasso di disoccupazione giovanile per i 4 comuni interessati.

| | 1991 | 2001 | 2011 |
|-----------------------------|------|------|------|
| Giba disoccupazione globale | 40,2 | 29,1 | 22,3 |

| | | | |
|---|------|------|------|
| Giba disoccupazione giovanile | 77,5 | 57,7 | 48,1 |
| Piscinas disoccupazione globale | 47,9 | 26,8 | 17,3 |
| Piscinas disoccupazione giovanile | 85,8 | 46,8 | 31,7 |
| Tratalias disoccupazione globale | 42,6 | 32,7 | 28,1 |
| Tratalias disoccupazione giovanile | 84,8 | 67,5 | 52,3 |
| Villaperuccio disoccupazione globale | 34,1 | 35,3 | 17,2 |
| Villaperuccio disoccupazione giovanile | 79 | 54,5 | 55,3 |



8.2.8.2.4. Individuazione, descrizione e analisi dei territori

Il territorio considerato, riguarda i 23 comuni della ex provincia di Carbonia-Iglesias e si sviluppa su una superficie di 1.500 Km² (circa il 6% del territorio regionale). La densità della popolazione, riferita al 2011, è di 85,7 abitanti per Km² contro 68 nella media regionale. I territori comunali con la maggiore estensione territoriale sono quelli di Iglesias (208 Km²) e di Carbonia (146 km²), che sono anche quelli più popolati con rispettivamente 25941 e 26813 abitanti. Il territorio è interessato da tre Sistemi Locali del Lavoro (SLL), quelli di Carbonia, Iglesias e Teulada, in quest'ultimo sono compresi due comuni che non appartengono alla ex provincia di Carbonia-Iglesias (Domus de Maria e Teulada). Il tasso di attività che rappresenta la partecipazione al mercato del lavoro della popolazione residente, ha il valore più elevato nel SLL di Iglesias dove, ogni 100 persone, con più di 15 anni, circa 43 sono occupati o in cerca di occupazione (46 nella media regionale). Dal punto di vista del tasso di occupazione i tre SLL risultano sostanzialmente allineati, ogni 100 persone con più di 15 anni, circa 33,6 svolgono un'attività lavorativa, anche se con valori inferiori alla media regionale (37,5). Il tasso di disoccupazione risulta più elevato nel SLL di Iglesias dove, ogni 100 persone di popolazione attiva, 21 sono in cerca di lavoro e sono dunque disoccupati, contro un valore di 19,7 e 16,9 negli SLL di Carbonia e Teulada e di 18,6 per la Sardegna e 12,7 per il territorio nazionale. Con riferimento alla specializzazione produttiva prevalente, partendo dalla classificazione ISTAT degli addetti nelle unità locali del Censimento dell'Industria e dei servizi del 2011, si individuano nei SLL in esame SL del "made in Italy", SL della manifattura pesante e SL non manifatturieri, poi ulteriormente suddivisi in sottoclassi. In particolare il SLL Carbonia è inserito nel SL della manifattura pesante-produzione e lavorazione dei metalli, mentre, i SLL di Iglesias e di Teulada sono tra i sistemi non manifatturieri, con quello di Teulada classificato come non manifatturiero a vocazione agricola, la cui vocazione specifica sono le attività industriali connesse con l'agricoltura, la silvicoltura e la pesca. Il sistema produttivo del Sulcis-

Iglesiente, nel settore del turismo si caratterizza per uno specifico prodotto: quello balneare, che comporta di conseguenza la localizzazione nei comuni costieri dell'85% dei posti letto.

Confrontando il dato territoriale con quello regionale, il comparto alberghiero del Sulcis-Iglesiente dimostra di essere particolarmente modesto: solo il 6,6% delle strutture e il 2,85% dei posti letto. Se poi si analizzano i flussi turistici, l'analisi condotta, rivela che la domanda di ricettività nella provincia di Carbonia-Iglesias rappresenta appena il 2,3% del totale regionale. Il settore agroalimentare, riveste una funzione molto importante non solo economicamente, ma anche nella tutela dell'ambiente. Il territorio, dal punto di vista agricolo si può sostanzialmente distinguere in due macro aree: l'Iglesiente ed il Basso Sulcis. Il Basso Sulcis, si caratterizza in particolare sulle filiere orticole e su quella vitivinicola ed in quella della trasformazione casearia. L'Iglesiente viceversa si caratterizza per la presenza di numerose aziende zootecniche, in misura minore per le coltivazioni ortive e frutticole. La produzione del sughero sta assumendo progressivamente importanza per le sue potenzialità su tutto il territorio. Nel loro complesso le filiere citate non sono sufficientemente strutturate, ad eccezione della filiera viticola, con la varietà "carignano", con una superficie nella zona del sulcis di circa 1655 ettari, pari a circa il 6% della superficie vitata regionale. Le dimensioni delle aziende in termini di superficie sono prevalentemente piccole: circa il 50% occupa infatti meno di 2 ettari di superficie. La struttura produttiva della ex provincia Carbonia-Iglesias è fortemente caratterizzata dal peso dell'Industria: il 35% del totale degli addetti della provincia, contro il 26% della Sardegna.

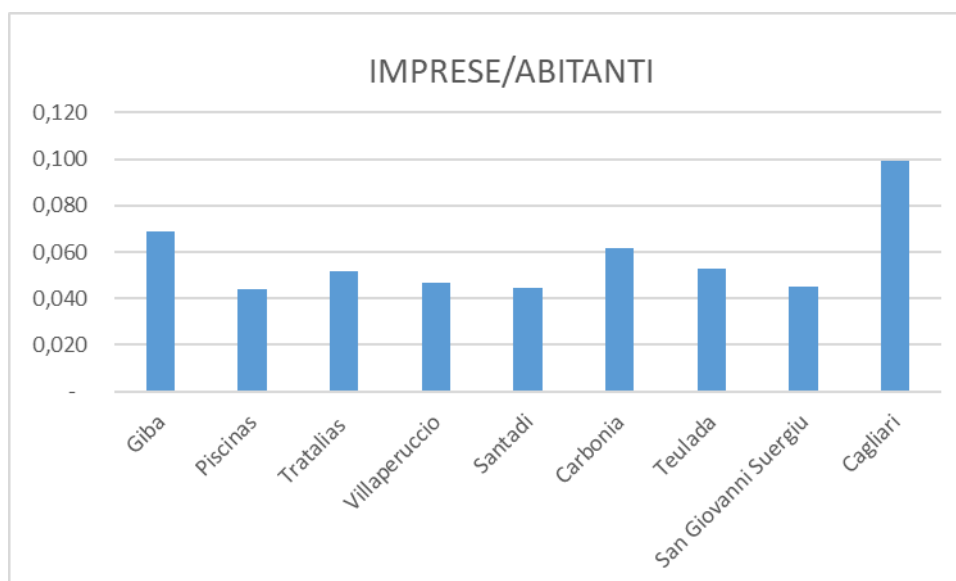
L'area di Portovesme, nel comune di Portoscuso, rappresenta il principale polo industriale della provincia ed uno dei maggiori della regione. Le attività economiche prevalentemente svolte riguardano la produzione del piombozinc, la filiera dell'alluminio e la produzione di energia elettrica. A ciò occorre aggiungere l'indotto, costituito da imprese manifatturiere e dei servizi di vario genere. Il comparto industriale del territorio, sta attraversando un lungo periodo di crisi, dovuto a cause legate alle caratteristiche dell'industria e al suo difficile rapporto con altre economie. I sintomi della crisi del sistema produttivo si manifestano anche nel sistema sociale. In particolare si registra una forte tendenza allo spopolamento che, sebbene sia una caratteristica che accomuna tutto il territorio regionale, nel caso del Sulcis-Iglesiente presenta due aspetti che rendono il fenomeno peculiare: l'intensità e la distribuzione territoriale. Infatti, considerando l'ultimo anno disponibile per l'aggregazione della ex provincia di Carbonia-Iglesias e cioè il 2016, il tasso di crescita totale della popolazione residente su base regionale è pari al -3,02% mentre nel territorio in esame si è arrivati ad un decremento del -5,83%. Il territorio della ex provincia di Carbonia-Iglesias, considerando il periodo 2007-2016 si è spopolato, ad una velocità 4,6 volte superiore rispetto a quella della regione nel suo complesso, con un valore di -3,46% rispetto ad un valore regionale di -0,75% e tale valore considerando i dati degli anni successivi mostra un incremento del divario. Inoltre il fenomeno dello spopolamento interessa tutta la zona, anche i poli urbani con funzioni di servizio: il polo Iglesias-Carbonia, così come la zona costiera e con maggiore intensità le fasce di popolazione più istruite e professionalizzate. Il risultato complessivo è una popolazione anziana, anche rispetto alla media della popolazione sarda: se l'indice di vecchiaia ($\text{Popolazione} > 65 \text{ anni} / \text{Popolazione } 0-14 \text{ anni} \times 100$) in Sardegna è pari a 212, nella provincia del Sud-Sardegna è pari a 243,2. Analogo discorso per l'indice di dipendenza che rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). Ad esempio, teoricamente, in Sardegna nel 2019 ci sono 53,8 individui a carico, ogni 100 che lavorano, nella provincia del Sud-Sardegna tale valore è pari a 55,9.

Le cifre proposte nelle tabelle seguenti, sono:

- ❖ nella prima, il numero di imprese presenti nel comune di Giba, Piscinas, Santadi, Tratalias, Carbonia, San Giovanni Suergiu, Teulada, Villaperuccio, Cagliari (anno 2016);
- ❖ nella seconda, il numero di occupati presenti nel comune di Giba, Piscinas, Santadi, Tratalias, Carbonia, San Giovanni Suergiu, Teulada, Villaperuccio, Cagliari (anno 2016).

| | NUMERO IMPRESE PER SETTORE | | | |
|----------------------|----------------------------|---------|-----------------|-------|
| | Industria | Servizi | Amministrazione | Altro |
| Giba | 25 | 56 | 23 | 40 |
| Piscinas | 1 | 13 | 7 | 18 |
| Tratalias | 9 | 18 | 8 | 23 |
| Villaperuccio | 4 | 26 | 8 | 14 |
| Santadi | 45 | 35 | 30 | 57 |
| Carbonia | 308 | 821 | 243 | 510 |
| Teulada | 39 | 59 | 30 | 82 |
| San Giovanni Suergiu | 61 | 105 | 43 | 68 |
| Cagliari | 2759 | 5225 | 1442 | 6891 |

| | NUMERO ADDETTI PER SETTORE | | | |
|----------------------|----------------------------|---------|-----------------|-------|
| | Industria | Servizi | Amministrazione | Altro |
| Giba | 61 | 95 | 125 | 112 |
| Piscinas | 28 | 26 | 44 | 57 |
| Tratalias | 32 | 37 | 30 | 87 |
| Villaperuccio | 17 | 54 | 64 | 38 |
| Santadi | 182 | 143 | 208 | 219 |
| Carbonia | 1448 | 1772 | 2999 | 1866 |
| Teulada | 140 | 119 | 156 | 217 |
| San Giovanni Suergiu | 244 | 184 | 183 | 241 |
| Cagliari | 9494 | 13714 | 28721 | 6891 |



Il grafico, che mostra il valore del numero di imprese rispetto al numero di abitanti, da noi utilizzato come indicatore, ci mostra che i dati relativi ai comuni limitrofi all'area di interesse, sono tutti al di sotto dei valori del capoluogo della regione.

Tale considerazione, ci permette di comprendere come sia importante dal punto di vista dell'occupazione l'attività in oggetto.

8.2.8.3. Situazione estrattiva

L'attività estrattiva in Sardegna si può far nascere circa 8.000 anni fa, periodo in cui si misero in essere le prime coltivazioni per ossidiana del Monte Arci. Tale attività industriale, ha conosciuto i suoi momenti più intensi durante il periodo romano imperiale, nell'alto Medio Evo, con le coltivazioni pisane e - nell'epoca moderna - a partire dalla prima metà del 1800, con la nascita delle grandi società minerarie. Storicamente le coltivazioni minerarie sarde hanno avuto per oggetto: i minerali di piombo e zinco, i minerali argentiferi, i minerali di ferro, i minerali di rame, il carbone, il sale e le acque minerali e termominerali. La coltivazione dei minerali industriali, ha avuto uno sviluppo a partire dagli anni '50 ed ha riguardato in particolare la fluorite, la barite, i feldspati, i caolini e le bentonite. Nell'ambito delle attività di seconda categoria, oltre ai materiali per impiego civile (inerti per calcestruzzi, materiali per rilevati, argille per laterizi e simili), in Sardegna sono rilevanti le estrazioni di lapidei di pregio, quali graniti e marmi. Di seguito si riportano i principali valori relativi all'attività mineraria in Sardegna (Fonte: Regione Autonoma della Sardegna).

| Titolo minerari in Sardegna | |
|--|-----|
| Concessioni vigenti attive | 53 |
| Concessioni vigenti con coltivazione mineraria sospese | 39 |
| Concessioni vigenti - <i>Totale</i> | 92 |
| Concessioni in chiusura | 65 |
| Concessioni archiviate | 120 |
| Totale concessioni | 277 |

| Concessioni vigenti attive suddivise per tipo di minerale e per comparto | | |
|---|-----------|------------------------------------|
| Argille | 2 | Minerali industriali 24 |
| Bentonite | 9 | |
| Caolino | 1 | |
| Feldspato | 10 | |
| Ferro | 0 | |
| Silicati idrati Al | 0 | |
| Talco | 2 | |
| Bario | 1 | Minerali chimica 4 |
| Fluoro | 1 | |
| Sale marino | 2 | |
| Carbone | 1 | Minerali energetici 1 |
| Bauxite | 1 | Minerali ferrosi 1 |
| Acque minerali | 15 | Acque 23 |
| Acque termali | 8 | |
| Totale | 53 | |

Al fine di avere una conoscenza della situazione degli impatti nella zona, si è preso in considerazione l'indicatore delle attività antropiche di estrazione di minerali di seconda categoria ad elevato impatto ambientale-paesaggistico, strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale.

Ai sensi dell'art. 2 del R.D. n. 1443 del 29.07.1927, appartengono alla prima categoria le coltivazioni di:

- a) minerali utilizzabili per l'estrazione di metalli, metalloidi e loro composti, anche se detti minerali siano impiegati direttamente;
 - b) grafite, combustibili solidi, liquidi e gassosi, rocce asphaltiche e bituminose;
 - c) fosfati, sali alcalini e magnesiaci, allumite, miche, feldspati, caolino e bentonite, terre da sbianca, argille per porcellana e terraglia forte, terre con grado di refrattarietà superiore a 1630 gradi centigradi;
 - d) pietre preziose, granati, corindone, bauxite, leucite, magnesite, fluorina, minerali di bario e di stronzio, talco, asbesto, marna da cemento, pietre litografiche;
 - e) sostanze radioattive, acque minerali e termali, vapori e gas,
- mentre, appartengono alla seconda categoria le coltivazioni
- a) delle torbe;
 - b) dei materiali per costruzioni edilizie, stradali ed idrauliche;
 - c) delle terre coloranti, delle farine fossili, del quarzo e delle sabbie silicee, delle pietre molari, delle pietre coti;
 - d) degli altri materiali industrialmente utilizzabili ai termini dell'art. 1 e non compresi nella prima categoria.

Il dato che ci preme mettere in evidenza e che viene estrapolato dagli allegati alla deliberazione della Giunta Regionale N. 37/14 del 25 settembre 2007 avente per oggetto gli atti di indirizzo programmatico per il settore estrattivo è che la superficie interessata da attività estrattive di 1^a e 2^a categoria in esercizio, in chiusura e dismesse è pari allo 0,31% del territorio regionale.

Nel territorio comunale di Piscinas, non sono presenti cave attive.

Nei territori comunali limitrofi di Giba, Villaperuccio e Tratalias, non sono presenti cave attive, sono invece presenti 2 cave dismesse o in fase di dismissione.

| SCHINA IUA COMUNE GIBA | NURAGHE SENZU COMUNE TRATALIAS |
|--------------------------|---------------------------------|
| Calcare | Vulcanite |
| Inerti per conglomerati | Inerti per rilevati riempimenti |
| Area estrattiva dismessa | Area estrattiva dismessa |
| 0,162 Ha | 0,506 Ha |

8.2.9. Salute pubblica

La Legge Regionale 6 maggio 1991, n. 16 ha come peculiarità quella dell'Istituzione dell'Osservatorio epidemiologico regionale.

8.2.9.1. Il piano regionale dei servizi sociali e sanitari

L'epidemiologia è funzione trasversale a tutte le figure professionali e a tutti i servizi del SSR in quanto strumento metodologico di rilevazione e analisi dei bisogni sanitari e di valutazione del sistema dell'offerta.

La complessità della metodologia e delle tecniche epidemiologiche richiedono la presenza di professionisti specificamente dedicati, capaci di facilitare il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- ❖ raccogliere, elaborare e diffondere conoscenze sui bisogni di salute della popolazione e sui fattori di rischio per la salute;
- ❖ contribuire all'identificazione, anche attraverso ricerche ad hoc, delle priorità di intervento, con particolare attenzione agli obiettivi di equità dei cittadini nella salute e alla tutela delle fragilità sociali;
- ❖ contribuire alla identificazione, sperimentazione e messa a regime di nuovi flussi informativi mirati a valutare l'equità di accesso, l'appropriatezza d'uso, l'efficacia e l'efficienza dei servizi sanitari;
- ❖ supportare le funzioni di governo e gestione del SSR a livello regionale e locale;

❖ promuovere la cultura epidemiologica tra tutti gli operatori sanitari.

La Rete Epidemiologica della Sardegna si articola nell'Osservatorio Epidemiologico Regionale (OER), istituito come area di progetto, all'interno dell'Agenzia Regionale Sanitaria, con funzioni di coordinamento generale della rete, e i Centri Epidemiologici Aziendali (CEA). I CEA rappresentano la struttura portante della rete epidemiologica, come snodo per la funzione epidemiologica sia del centro regionale (OER) sia di tutte le unità operative e servizi delle aziende e zone territoriali. Il Piano Regionale dei Servizi Sociali e Sanitari emanato nel novembre del 2005, promuove un'attenta valutazione del legame fra salute e ambiente, questo recita testualmente: è noto, che il benessere delle persone è direttamente collegato all'ambiente fisico nel quale gli individui vivono e lavorano. Il contesto ambientale è quindi uno dei pre-requisiti fondamentali per il miglioramento dei livelli di salute della popolazione. A sua volta la salute è una risorsa significativa per lo sviluppo sociale ed economico della collettività. Salute, ambiente e sviluppo sono pertanto fortemente correlati e richiedono un'efficace azione strategica per la crescita della Sardegna. Nello specifico, la regione Sardegna è caratterizzata da una situazione sanitaria e ambientale piuttosto diversificata. Sotto il profilo sanitario, si registrano aree con tassi di longevità del tutto eccezionali (verosimilmente sintomo di una buona qualità della vita e di un ambiente sufficientemente protetto) e territori con elevata incidenza di importanti patologie (rispetto alle quali devono essere attentamente valutati gli specifici fattori di rischio); sotto il profilo ambientale coesistono aree naturali per lo più incontaminate (nelle quali il suolo, l'aria, l'acqua e gli alimenti sono di fatto preservati dalla maggior parte degli inquinanti) e zone a elevato rischio di contaminazione (per la presenza di inquinanti chimici, di sorgenti di campi elettromagnetici, di discariche abusive, di inquinanti atmosferici, di amianto, ecc.). In particolare in Sardegna si registrano numerose aree a forte pressione ambientale, per la presenza di insediamenti industriali chimici, petrolchimici e metallurgici (Portoscuso-Portovesme, Macchiareddu, Porto Torres, Sarroch e Ottana), di siti minerari dismessi (Guspinese, Sulcis Iglesiente), di territori interessati da esercitazioni ed attività militari (Teulada, La Maddalena, Quirra). Più in generale, è necessaria un'attenta valutazione del problema dei rifiuti (urbani, industriali e della zootecnia) che, ove non adeguatamente smaltiti, possono contaminare il suolo e le acque, con conseguenti rischi per la salute. Il problema appare rilevante perché in molti casi la discarica, abusiva o non controllata, costituisce il sistema più diffuso di smaltimento dei rifiuti, cui si ricorre in quanto meno costoso rispetto a sistemi alternativi. Rispetto a tali aree, è necessario un preciso impegno da parte della Regione a risposta delle esigenze di informazioni complete e accurate sullo stato dell'ambiente e sui rischi per la salute, nonché di interventi di prevenzione, sorveglianza e risanamento. Più specificamente, la presenza di aree già dichiarate "ad elevato rischio di crisi ambientale", e rispetto alle quali è in corso uno specifico "Piano di risanamento", richiede un rafforzamento della capacità di intervento della Regione, attraverso un'azione congiunta degli Assessorati più direttamente interessati, in termini di identificazione e valutazione dei rischi per la salute, sorveglianza e bonifica dei siti contaminati, informazione e comunicazione a tutti i portatori di interessi. Nelle singole aziende USL sono istituiti Gruppi di lavoro sulle aree a rischio finalizzati alla realizzazione di analisi e valutazioni tecniche del rischio oncogeno, anche in collaborazione con l'Arpas. I Gruppi contribuiscono alla predisposizione di una mappa del territorio nella quale siano identificate le fonti di emissioni ambientali che costituiscono un potenziale fattore di rischio oncogeno per la popolazione e le aree suscettibili di monitoraggio. I Gruppi contribuiscono altresì alla valutazione di impatto ambientale, in tema di effetti sulla salute della popolazione e in particolare al

potenziale rischio oncogeno, nel quadro delle attività di studio e analisi delle azioni rivolte a limitare e prevenire le cause morbigene di matrice ambientale, più ampiamente trattate nello specifico capitolo.

8.2.9.2. Conclusioni

In attesa di dare piena attuazione ai propositi elencati nel piano regionale, che potranno sicuramente fornire dati per le valutazioni, si sono effettuate ricerche bibliografiche e ricerche presso gli enti preposti, sono emersi studi epidemiologici riguardanti patologie legate alle attività industriali presenti nella zona ed effettuati sull'area denominata Sulcis Iglesiente Guspinese, la cui scheda di caratterizzazione viene proposta nel seguito.

Tale studio denominato SENTIERI è lo studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento e riguarda il profilo di salute delle popolazioni che risiedono in 45 siti di interesse nazionale o regionale per le bonifiche, basata su metodi e fonti informative accreditati, e che include la mortalità, l'ospedalizzazione, l'incidenza oncologica e la prevalenza delle malformazioni congenite.

| Sulcis-Iglesiente-Guspinese | |
|------------------------------------|--|
| Regione | Sardegna |
| Legge istitutiva | D.M. 468/01 |
| Norma perimetrazione | Decreto 12 marzo 2003 |
| Superficie | |
| Terra | 61918 ha |
| Mare | 89121 ha |
| Tipologia impianti | chimico, miniera, discarica |
| Discarica | |
| Tipo | fanghi rossi |
| Abusivo | cumuli di scarti di lavorazione |
| Comparto e contaminanti | |
| Suolo | composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame) |
| Acque superficiali | composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame) |
| Acque di falda | composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame) |
| Sedimenti fluviali | composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame) |

Le singole interazioni, saranno sviluppate ed analizzate nel capitolo dedicato all'analisi degli impatti.

9. Stima finale degli impatti non eliminabili e loro mitigazioni e compensazioni

9.1. Premessa

Ai fini della presente valutazione, sono stati considerati gli impatti cumulativi dovuti ai nuovi cantieri oggetto della presente progettazione.

9.2. Destinazione d'uso

9.2.1. Sottrazione di aree

Quest'impatto, è generalmente dovuto alla conflittualità che può insorgere tra l'attività che si crea e le altre funzioni d'uso già presenti sul territorio, al consumo dello spazio e alla congruenza tra la destinazione d'uso prevista dagli strumenti di pianificazione e la nuova intrapresa.

Nel caso in esame, non sono presumibili tali conflittualità, al proprietario del terreno su cui insiste l'iniziativa, vengono riconosciuti gli oneri relativi all'occupazione e al mancato guadagno dovuto alla impossibilità di coltivare il sito, come indicato nel quadro economico.

Tale accordo sarà sancito da un regolare contratto tra le parti.

L'area destinata al cantiere in oggetto, è compreso entro l'area di delimitazione della concessione mineraria ed è visibile negli allegati progettuali.

La superficie dell'area della concessione è pari a circa 267 ettari, l'area interessata dai nuovi cantieri nella totalità è pari a 10,3621 ettari, superficie che non sarà mai esposta con questa dimensione, come indicato nelle tempistiche dei cantieri.

La Polar versa nelle casse della Regione Autonoma della Sardegna il canone annuale per la concessione mineraria.

9.2.1.1. Opere di controllo

Delimitazione dell'area del cantiere come indicato nella planimetria allegata alla presente.

9.2.1.2. Opere di compensazione

La Polar verserà al proprietario del terreno quanto dovuto per l'occupazione e per il mancato guadagno.

9.2.2. Conflitti d'uso

Relativamente alla conflittualità che può insorgere tra l'attività che si crea e le altre funzioni d'uso già presenti sul territorio, occorre specificare che la zona è già soggetta ad estrazione mineraria all'interno dell'area della concessione mineraria e si è pertanto consolidata in essa la capacità di convivenza con attività di questo tipo.

Tale convivenza, ha portato allo sviluppo di una grossa attenzione verso tutti gli aspetti che permettono di minimizzare gli impatti e che potrebbero potenzialmente creare dei fattori di conflittualità.

Nei pressi del nuovo cantiere (campi A, B e C), ad una distanza di circa 360 metri in direzione sud est rispetto al campo C e ad una distanza di circa 270 metri in direzione nord ovest, sono presenti degli edifici funzionali ad una attività agricola.

9.2.3. Coerenza con la pianificazione

L'area, secondo la pianificazione a livello comunale, ricade in zona agricola.

Per quanto concerne il Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE), l'area non ricade in aree in cui è vietata l'apertura di nuove attività estrattive.

9.3. Effetti geomorfologici e pedologici

9.3.1. Consumo di suolo

Il consumo di suolo, inteso come parte superficiale, sarà limitato, poiché, durante la fase di preparazione del giacimento alla coltivazione, tutto quello presente sarà asportato e depositato in un'apposita area di stoccaggio pronto per il riutilizzo durante la fase della riabilitazione.

Occorre precisare che la zona che sarà soggetta alla coltivazione mineraria, è ricoperta da una coltre di terra vegetale ed attualmente utilizzata in parte a fini produttivi per la semina di ortive tipiche della zona.

Il consumo di suolo dovuto all'insediamento di edifici è inesistente, tali edifici, sono di ausilio alle attività della miniera (mensa, spogliatoi, ufficio di cantiere) e sono già presenti presso l'impianto.

Le sistemazioni delle aree di raccordo tra le zone di coltivazione e la viabilità del cantiere, saranno effettuate in modo da creare degli spazi di manovra ben congegnati ed agevoli e in modo che consentano percorsi razionali di entrata ed uscita dei mezzi.

Le aree che saranno interessate dalla coltivazione mineraria, pertanto come detto in precedenza, saranno sottratte momentaneamente al loro attuale utilizzo.

Al fine di poter avere un dato quantitativo sul parametro relativo alla predisposizione della zona alla desertificazione, si è utilizzato l'indice di perdita del suolo, si tratta di un indice dipendente dal tipo di vegetazione, dal tipo di suolo, dalla pendenza e dalla forza erosiva delle precipitazioni.

Tale indice, è la risultante della combinazione delle seguenti componenti:

- ❖ componente di erosività, è legata all'evento piovoso, rappresenta la capacità di erosione delle gocce di pioggia nel momento del loro impatto al suolo ed è legata alla energia cinetica della pioggia stessa e al tipo di substrato presente;
- ❖ componente pedologica in funzione del tipo di suolo, tale parametro, si basa sulla classificazione dei tipi pedologici presenti nell'isola, ed individuati nella Carta dei Suoli della Sardegna di Aru et al. (1992), che adotta quale sistema di classificazione dei suoli la USDA Soil Taxonomy – 1988;
- ❖ copertura del suolo in funzione del tipo di vegetazione presente, in questo caso vengono dati i valori in relazione al tipo e alla qualità della copertura vegetale presente;
- ❖ pendenza, vengono dati differenti valori alle differenti classi di pendenza presenti nel sito in esame.

La valutazione finale dell'indice della perdita del suolo, è ottenuto attraverso il prodotto delle sue singole componenti.

L'algoritmo di applicazione tiene conto dei pesi attribuiti e della loro parametrizzazione, al fine di evitare che un indice o componente possa subissare il valore di un altro.

La quantificazione dell'indice di perdita del suolo, si è calcolato nella situazione pre e post intervento, ottenendo i seguenti valori:

Ips pre-intervento = 6 *Classificazione del rischio moderato*

Ips post-intervento = 6 *Classificazione del rischio moderato*

Occorre precisare che la classe di rischio medio alto, ha un range compreso tra 17 e 72 e che al valore più elevato corrisponde un rischio maggiore.

9.3.1.1. Opere di mitigazione

Asportazione del suolo che insiste sulle aree da coltivare e sua messa in deposito temporaneo, per il successivo riutilizzo.

9.3.1.2. Opere di controllo

Controllo periodico (annuale) dello stato di conservazione del suolo asportato, sua copertura con terra e rimescolamento almeno una volta all'anno.

Per evitare la compattazione del suolo, i mezzi cingolati utilizzati non devono esercitare una pressione superiore a 0,40 kg/cm² e la larghezza dei cingoli non può essere inferiore a 500 millimetri.

Durante la rimozione, la terra di coltura non deve essere mescolata con materiali estranei, in particolare se dannosi per le piante.

9.3.1.3. Opere di compensazione

Riqualificazione ambientale del sito attraverso le opere di riabilitazione e del rinverdimento.

9.3.2. Stabilità dello scavo

Le modificazioni del sito sono legate ovviamente al rimodellamento durante la coltivazione che, prevede la costituzione dei gradoni a differenti quote in relazione ai diversi cantieri come indicato nelle varie tavole progettuali.

La stabilità dei fronti di scavo, è stata verificata attraverso un software applicativo previa acquisizione dei dati caratteristici delle litologie per parametrizzazione con quelle presenti nei cantieri limitrofi, per tale motivo all'avvio del cantiere, occorrerà acquisire e caratterizzare le litologie presenti nei fronti di scavo ed effettuare la verifica di stabilità.

Occorre tenere presente che come indicato dal decreto legislativo 624/96, con il progredire della coltivazione, occorrerà effettuare la verifica di stabilità dei fronti di scavo con cadenza annuale o nel caso in cui si verificano delle modificazioni nelle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Tale fatto, permette di riverificare costantemente se i calcoli effettuati in questa sede, mantengono la loro validità nel corso della coltivazione.

Per tali verifiche ci si è serviti del software SSAP facendo riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (NTC) che fanno capo al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 e s.m.i..

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto da queste norme.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale.

Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata e rappresenta la frontiera tra il dominio di stabilità e quello di instabilità.

Le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- ❖ sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- ❖ sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- ❖ robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo (SLU) ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) può avere carattere reversibile o irreversibile

Le NTC prevedono, per la definizione del grado di sicurezza delle costruzioni un approccio di tipo semiprobabilistico, o di primo livello, adottando i coefficienti parziali di sicurezza (CP) ed il concetto di stato limite che è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

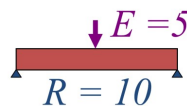
La misura del grado di sicurezza si ottiene con il "metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione:

$$\boxed{E_d \leq R_d \quad \text{oppure} \quad R_d - E_d \geq 0} \quad \text{con}$$

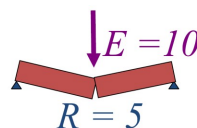
- ❖ R_d = valore di progetto della resistenza del terreno (di pertinenza del geotecnico)
- ❖ E_d = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello strutturista)

Le immagini che seguono, descrivono graficamente il concetto espresso nelle norme:

- ❖ SICUREZZA della STRUTTURA $R > E$



- ❖ COLLASSO della STRUTTURA $R < E$



Nelle verifiche (**SLU**) nei confronti degli stati limite ultimi geotecnici (**GEO**) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

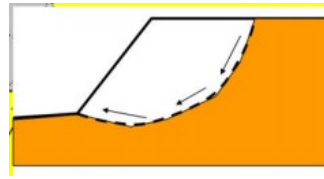
| APPROCCIO 1 (DA1) | | APPROCCIO 2 (DA2) |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| ⇓ | ⇓ | ⇓ |
| Combinazione 1 | Combinazione 2 | Combinazione 1 o Unica |
| (A1+M1+R1) | (A2+M2+R2) | (A1+M1+R3) |
| (STR) | (GEO) | (STR + GEO) |

Il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "fattore o coefficiente di sicurezza" indicato con il simbolo F_s .

I metodi di calcolo di F_s impiegati, si basano sulle tecniche di verifica dette *Limit Equilibrium Method* (LEM) (Duncan 1996; Krahn 2003).

Nei metodi LEM il calcolo di F_s viene effettuato su una specifica superficie di scivolamento definita entro un pendio.

Dato che le porzioni potenzialmente instabili sono definibili in un spazio 3D, il calcolo viene sviluppato sopra una striscia rappresentativa di larghezza unitaria, quindi bidimensionale (2D) della superficie di potenziale scivolamento.



Nell'applicazione del metodo dell'equilibrio limite, tale superficie, separa la parte di pendio stabile da quella potenzialmente instabile.

Per ogni superficie di potenziale scivolamento, si può quindi derivare lo sforzo di taglio totale mobilitato τ_m (domanda) e la resistenza al taglio disponibile τ_f (capacità) e quindi è possibile definire F_s come:

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

Se $F_s > 1.0$ siamo in condizioni di stabilità, mentre, per $F_s < 1.0$ siamo in condizioni instabili dovute a un generalizzato deficit di resistenza.

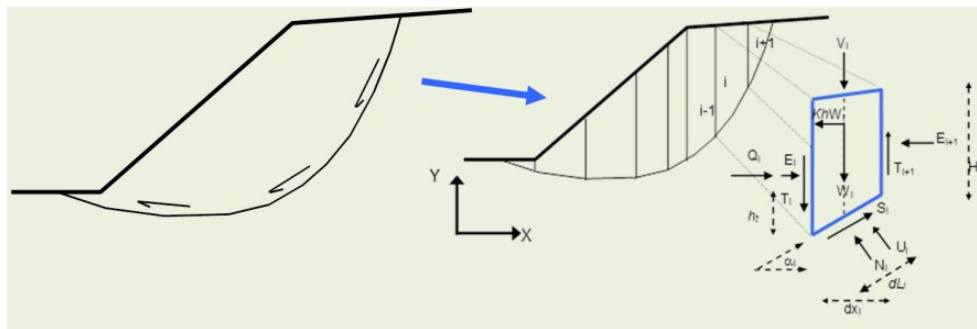
F_s deve essere valutato entro un preciso riferimento spaziale.

E' perciò, necessario considerare una potenziale superficie di scorrimento nella massa del pendio e valutare tutte le forze (e momenti) agenti (ovvero che inducono lo scivolamento) e resistenti (che si oppongono allo scivolamento) su detta superficie.

In pratica, essendo infinite le superfici di scivolamento possibili, F_s viene valutato per ognuna delle superfici di un campione rappresentativo, generate con un certo criterio entro il volume del pendio assunto.

In tal modo il "*fattore di sicurezza*" del pendio sarà quello che compete alla superficie di scorrimento con F_s più basso e tale superficie è detta anche "*superficie critica*".

Una superficie di scivolamento assunta divide in due parti distinte il pendio.



Superiormente abbiamo una massa potenzialmente instabile, supposta rigida e inferiormente una massa rigida stabile, l'equazione

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

permette di determinare la stabilità del pendio nei confronti della superficie considerata precedentemente.

Le forze agenti sono le componenti tangenziali del peso proprio della massa e degli eventuali sovraccarichi superficiali agenti sulla superficie di scivolamento, mentre, le forze resistenti sono le resistenze al taglio mobilitate nei vari punti di detta superficie che dipendono dagli sforzi normali applicati e dalla resistenza al taglio locale del suolo. Sistemi di forze interne e esterne (es. opere di rinforzo) influiscono nella stabilità globale del pendio e devono essere considerate opportunamente.

Per procedere con il calcolo di F_s , la massa potenzialmente instabile viene suddivisa in "fette" detti conci delimitate da superfici verticali, su ogni concio, vengono valutate singolarmente le forze agenti e resistenti.

L'insieme delle forze agenti sul concio singolo è presentato nella figura precedente, queste forze sono

- ❖ W = Peso del concio,
- ❖ S = Forza di taglio mobilitata sulla base del concio,
- ❖ N = Forza peso normale alla base del concio,
- ❖ U = Forza esercitata dal carico idraulico agente sulla base,
- ❖ T = Forza verticale interconcio,
- ❖ E = Forza orizzontale interconcio.

Nell'ipotesi che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio della rottura, secondo quanto esposto in precedenza, che correla tra loro le reazioni normali e tangenziali alla base, le incognite per la determinazione dell'equilibrio di ogni concio, risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione e la reazione normale alla base.

Per la determinazione di tutte le incognite, le equazioni di equilibrio risultano insufficienti per cui la risoluzione del problema va perseguita introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci.

Tali ulteriori ipotesi differenziano sostanzialmente i diversi metodi di calcolo e nel caso specifico, la soluzione numerica della stabilità viene risolta secondo diversi criteri.

In particolare, sono stati utilizzati il metodo di Morgenstern & Price e di Janbu rigoroso.

Le diverse procedure di calcolo nell'ambito dei metodi LEM, si diversificano per il tipo di assunzioni fatte per eliminare alcune incognite nel sistema di equazioni che servono per il calcolo di F_s .

Il sistema di equazioni non lineari, è piuttosto complesso e deve essere risolto in modo iterativo, assumendo un valore di tentativo iniziale e ripetendo i calcoli fino alla convergenza (differenza dei due valori inferiore a 0.001).

È importante sottolineare che assumere superfici di forma esclusivamente circolare in presenza di discontinuità stratigrafiche e/o strutturali, implica un forte rischio di sovrastima del valore del fattore di sicurezza F_s e di non localizzare affatto la zona di maggiore debolezza in assoluto.

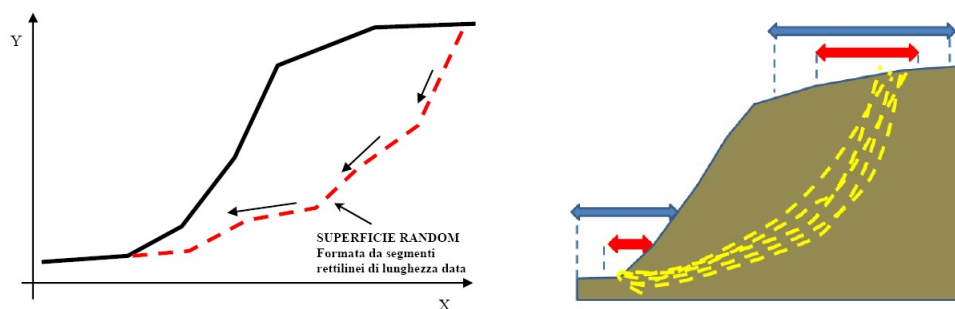
Questo può portare a vanificare completamente l'obiettivo prefissato di valutare correttamente il grado di stabilità del pendio.

Pertanto nel caso in esame, si sono effettuate le verifiche con l'utilizzo di superfici di forma composita, una ricerca accurata permette anche di trovare superfici con minor fattore di sicurezza anche di forma circolare o subcircolare, se ovviamente presenti.

Il programma utilizzato, permette queste possibilità cioè elimina le assunzioni preliminari sulla forma delle superfici di scivolamento.

I modelli di generazione delle superfici, si rifanno parzialmente al modello classico di Siegel et al. (1981) che è praticamente un modello di tipo Montecarlo, cioè basato sulla generazione di una distribuzione di numeri casuali da utilizzarsi per produrre una serie di superfici random condizionate a passare entro certi livelli e/o ad intersecare la superficie topografica entro intervalli scelti dall'operatore.

Ogni superficie random è costituita da segmenti rettilinei.



Con riguardo alle verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) per ognuno di essi deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Per le verifiche di stabilità a noi interessa l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) con R2 = 1.1.

I coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni sono mostrati nella figura seguente:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| | Effetto | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) | (A2) |
|--------------------------------|-------------|---|-----|------|------|
| Carichi permanenti G_1 | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti $G_2^{(1)}$ | Favorevole | γ_{G2} | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q | Favorevole | γ_{Q1} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1} .

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno sono invece mostrati nella figura seguente:

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro | Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale | Coefficiente parziale γ_M | (M1) | (M2) |
|--|--|-------------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ_γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

| COEFFICIENTE | R2 |
|--------------|-----|
| γ_R | 1,1 |

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni, per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.1$.

Alla luce di quanto esposto, con l'introduzione dei coefficienti parziali, il quadro riassuntivo dei parametri geotecnici, rappresentativi della litologia presente nel fronte di scavo, si modifica come di seguito:

| Unità geotecnica | Parametri principali | | |
|------------------|----------------------|-----------|---|
| | γ | φ | c |

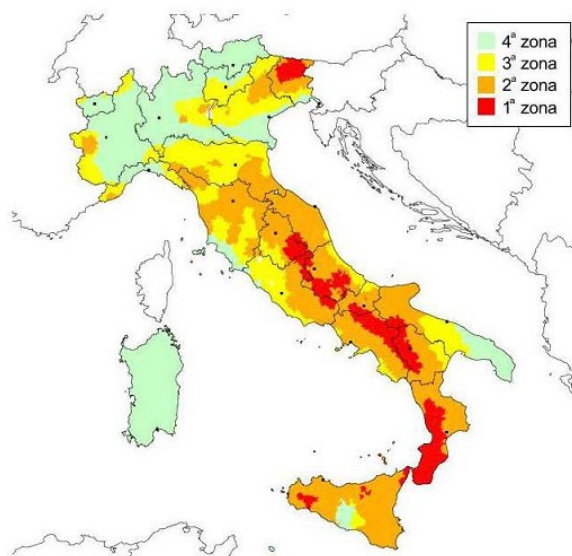
| | kN/m ³ | ° | kPa |
|--------------------|-------------------|------|------|
| Fronte di scavo | 17.0 | 23 | 54 |
| Coefficienti | 1.0 | 1.25 | 1.25 |
| Valori per analisi | 17.0 | 18,4 | 43.2 |

Le verifiche, sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo SSAP in condizioni statiche, tale modello, è caratterizzato dalla presenza di 7 metodi di calcolo rigorosi che operano nell'ambito della metodologia della verifica della stabilità dei pendii mediante il metodo dell'equilibrio limite: *Janbu rigoroso (1973)*, *Spencer (1973)*, *Sarma I (1973)*, *Morgenstern & Price (1965)*, *Chen & Morgenstern (1983)*, *Sarma II (1979)* e *Borselli (2016)*.

Perché le condizioni di sicurezza vengano verificate, una volta applicato il coefficiente $\gamma^*R = 1.2$, deve essere verificata la disuguaglianza $Ed \leq Rd$, ovvero che il rapporto tra il valore della resistenza Rd e quello della risultante delle azioni Ed sia ≥ 1 .

Nel caso in esame, l'analisi è stata condotta in condizioni sismiche. La classificazione sismica del territorio nazionale, è articolata in 4 zone a diverso grado di sismicità, espresso dal parametro a_g cioè dall'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. I valori convenzionali di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

| Zona | Valore di a_g |
|------|-----------------|
| 1 | 0.35g |
| 2 | 0.25g |
| 3 | 0.15g |
| 4 | 0.05g |



Tutti i comuni della Sardegna rientrano nella Zona Sismica 4. Da precedenti esperienze ed ai sensi del NTC 2008 e smi, i terreni sono riconducibili in categoria D ossia a terreni coesivi scarsamente consistenti.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLU dinamico ossia SLV) le componenti orizzontale F_h e verticale F_v dell'azione sismica, si ricavano dalle relazioni:

$$F_h = k_h W \quad k_h = \beta_s \frac{a_{\max}}{g}$$

$$F_v = k_v W \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

L'accelerazione massima attesa in sito (in condizioni di campo libero), può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S a_g = S_s S_T a_g$$

$$\text{per cui} \quad K_h = a_g/g * B_s * S_s * S_T$$

dove:

S_s = Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo

| Categoria sottosuolo | S_s |
|----------------------|---|
| A | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ |

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica (la tabella seguente esprime i valori massimi), nel nostro caso cautelativamente si è presa la categoria T2 anche se l'altezza del pendio è inferiore ai 30 metri.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |



Mentre β_s dipende dalla categoria di sottosuolo e dall'accelerazione al suolo.

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

| | Categoria di sottosuolo | |
|--------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0,2 < a_g (g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0,1 < a_g (g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g (g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

Pertanto, fatte queste premesse, al fronte in esame, abbiamo associato le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|---|
| ❖ Categoria sottosuolo | D |
| ❖ Accelerazione al suolo | $a_g = 0.05 [m/s^2]$ |
| ❖ Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo | SS = 1.90 |
| ❖ Coefficiente di amplificazione topografica | ST = 1.20 |
| ❖ Coefficiente riduzione | $\beta_s = 0.20$ |
| ❖ Coefficiente di intensità sismica orizzontale | $KH = (a_g / g) * \beta_s * ST * SS = 0.002324$ |
| ❖ Coefficiente di intensità sismica verticale | $KV = \pm 0.05 * KH = \pm 0.001162$ |
| ❖ Coefficiente di sicurezza richiesto | 1.10 |

La verifica, ha visto il posizionamento del carico che simula quello dell'escavatore sul gradone. Le verifiche in condizioni dinamiche sono state effettuate con coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale, utilizzando il metodo di Janbu rigoroso analizzando 10000 superfici e con altri metodi che confermano i dati del primo. Il calcolo ha messo in evidenza un surplus di resistenza, tale procedura ha lo scopo di identificare se nel pendio in esame vi sia un deficit di resistenza rispetto a una condizione di sicura stabilità per il pendio stesso. Tale calcolo considera il bilancio tra la forza totale resistente e la forza totale agente e viene espresso in kN per metro di larghezza rispetto al fronte della scarpata. La verifica a liquefazione può essere omessa in quanto si manifesta che l'accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) è minore di 0,1g.

9.3.2.1. Fattore di sicurezza e deficit di resistenza

A conclusione dell'analisi di stabilità, occorre valutare se il coefficiente di sicurezza calcolato sia adeguato o accettabile rispetto agli scopi del progetto allo studio. Nel caso in esame, il software utilizzato, **fornisce per tutte le superfici analizzate, le 10 superfici che hanno fornito i 10 minori coefficienti di sicurezza che identificano la fascia critica del pendio**, a cui competono i minori coefficienti di sicurezza ed in cui sono presenti i maggiori rischi di fenomeni di rottura. Questa fascia critica è definita anche da un intervallo di valori del fattore di sicurezza. Nel caso in esame si è stabilito di analizzare **10000 superfici random** generate dal programma. Il software permette inoltre di monitorare **l'efficienza nella generazione delle superfici e la stabilità numerica delle superfici generate**. L'efficienza nella generazione delle superfici, indica la percentuale di superfici generate con successo in quanto cinematicamente ammissibili.

La stabilità numerica delle superfici generate, è un indice della bontà delle verifiche effettuate ed è conveniente effettuare verifiche con un indice superiore al 50%. La scelta del fattore di sicurezza, si basa essenzialmente sul grado di affidabilità delle informazioni raccolte attraverso le indagini e i rilievi effettuati e sulla valutazione delle possibili conseguenze a persone e/o a cose che sarebbero interessate dai fenomeni di rottura. Secondo le asserzioni fatte da Duncan (1996), quando si hanno sia le incertezze sia i danni temuti piccoli, è possibile adottare valori di F dell'ordine di 1,3 o minori, mentre, quando le incertezze e i pericoli aumentano, occorre considerare valori maggiori. Si ritiene comunque che la mancanza di una adeguata conoscenza geotecnica dei terreni e gravi danni attesi per persone e cose, non possono essere

bypassati con l'adozione di un elevato coefficiente di sicurezza. Di seguito si riportano le raccomandazioni elaborate dal Geotechnical Control Office di Hong Kong con riferimento ad un evento di pioggia con tempo di ritorno di 10 anni. In ogni caso nell'ipotesi di gravi danni attesi per le persone, è previsto che il coefficiente di sicurezza del pendio non sia inferiore a 1,1.

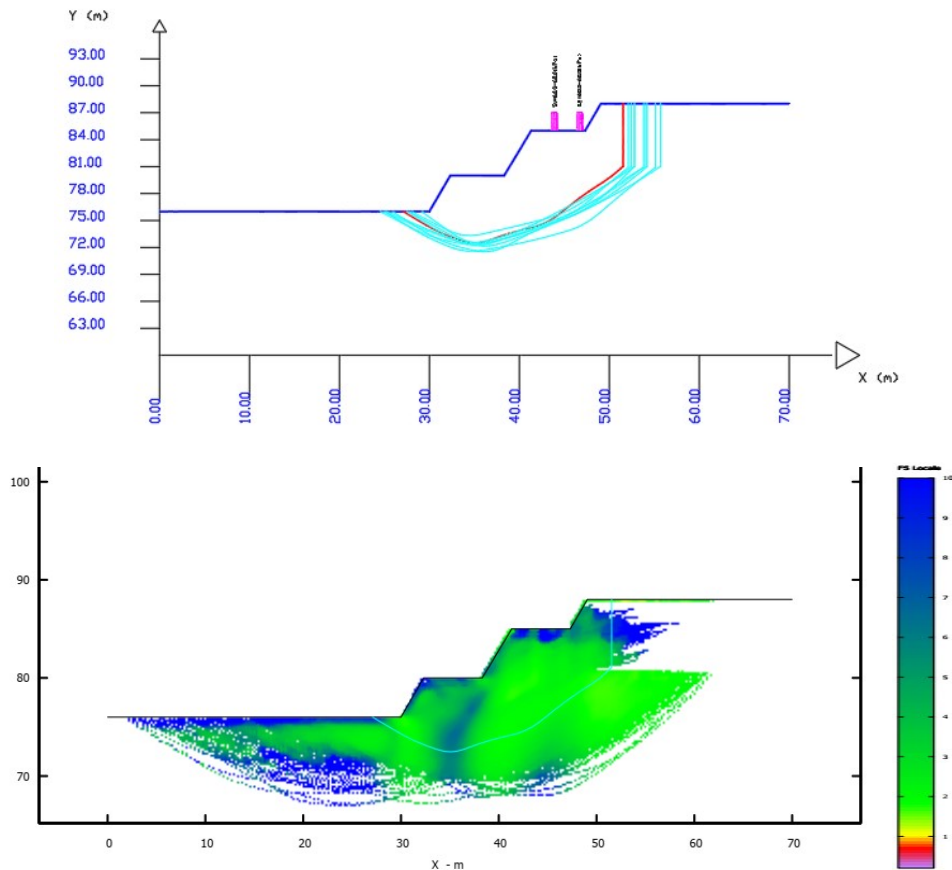
| Rischio per le cose | Rischio per le persone | | |
|---------------------|------------------------|--------------|-------------|
| | <u>Trascurabile</u> | <u>Basso</u> | <u>Alto</u> |
| <u>Trascurabile</u> | > 1 | 1.2 | 1.4 |
| <u>Basso</u> | 1.2 | 1.2 | 1.4 |
| <u>Alto</u> | 1.4 | 1.4 | 1.4 |

La rassegna delle indicazioni riportate nella letteratura e riguardanti i pendii naturali, gli scavi e i rilevati, indicano che i valori di F che vengono consigliati di volta in volta, variano tra 1.2 e 1.5. Nel caso in esame, combinando i valori consigliati dalle norme (NTC 2018) e dalla letteratura, analizzata la conoscenza del sito dal punto di vista geometrico, geotecnico e dei danni conseguenti per persone e cose si è ritenuto opportuno considerare un fattore di sicurezza pari a 1,1 e le verifiche effettuate, i cui risultati sono esposti nei due paragrafi successivi, hanno verificato tale condizione.

9.3.2.1.1. Coefficiente di intensità sismica positivo

| | |
|---|---------------|
| <i>Fattore di sicurezza</i> | 2.6186-2.6734 |
| <i>Efficienza nella generazione delle superfici</i> | 46.815 |
| <i>Stabilità numerica delle superfici generate</i> | 97.55 |
| <i>Surplus di resistenza valore minimo kN/m</i> | 1259.3 |
| <i>Carico su gradone</i> | Si |

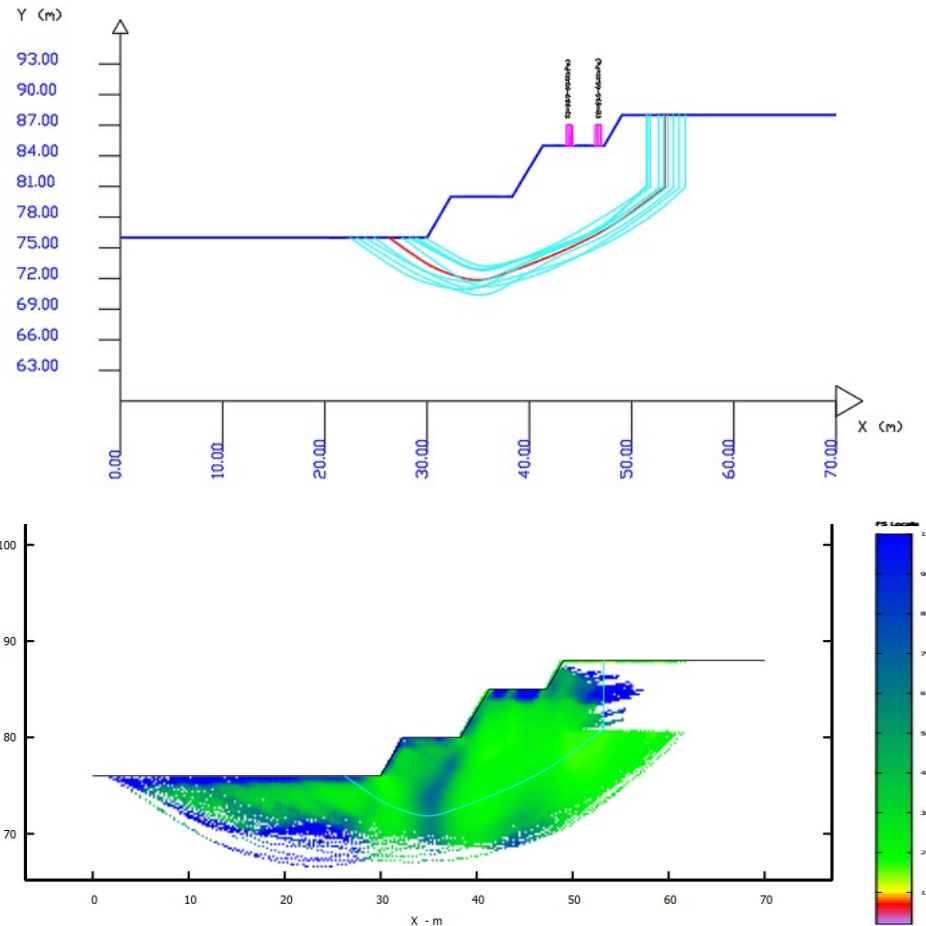
| MONITOR VERIFICA | |
|--|--|
| MODELLO PENDIO : | kvpos.mod |
| MODELLO DI CALCOLO | |
| MODELLO DI CALCOLO : | Janbu Rigoroso (1973) |
| COEFFICIENTI SISMICI: ORIZZONTALE (Kh) : | 0,0020 |
| VERTICALE (Kv) : | 0,0010 (Kv assunto con segno positivo) |
| PARAMETRI ATTIVI PER GENERAZIONE SUPERFICI | |
| MOTORE DI RICERCA SUPERFICI | Random Search (RS) |
| ZONA DI INIZIO - Progressive - (m) : | da 1,40 a 64,40 |
| ZONA DI TERMINAZIONE - Progressive - (m) : | da 8,40 a 68,60 |
| QUOTA LIMITE INFERIORE (m): | 65,20 |
| LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI - (m) : | 2,80 |
| SMUSSA SUPERFICI: Attivato | EFFETTO TENSION CRACKS: Attivato |
| RICERCA CON ATTRATTORE DINAMICO: Attivato MI | METODO (lambda0,Fs0): A |
| RISULTATI IN TEMPO REALE | |
| Fs ITERATIVO : | 4,3470 |
| INTERVALLO Fs delle 10 SUPERFICI CON MINOR Fs : | 2,6186 - 2,6734 |
| n. SUPERFICI GENERATE e VERIFICATE: | 10000 di 10000 |
| % EFFICIENZA GENERAZIONE SUPERFICI e % STABILITA' NUMERICA : | 46,815 -- 97,55 |
| PERCENTUALE SUPERFICI COMPLETATE(%): | 100,00 |



9.3.2.1.2. Coefficiente di intensità sismica negativo

| | |
|--|---------------|
| Fattore di sicurezza | 2.5893-2.6753 |
| Efficienza nella generazione delle superfici | 45.389 |
| Stabilità numerica delle superfici generate | 97.30 |
| Surplus di resistenza valore minimo kN/m | 1223.5 |
| Carico su gradone | Si |

| MONITOR VERIFICA | |
|--|--|
| MODELLO PENDIO : | kvneg.mod |
| MODELLO DI CALCOLO | |
| MODELLO DI CALCOLO : | Janbu Rigoroso (1973) |
| COEFFICIENTI SISMICI: ORIZZONTALE (Kh) : 0,0020 | |
| VERTICALE (Kv) : -0,0010 (Kv assunto con segno negativo) | |
| PARAMETRI ATTIVI PER GENERAZIONE SUPERFICI | |
| MOTORE DI RICERCA SUPERFICI | Random Search (RS) |
| ZONA DI INIZIO - Progressive - (m) : | da 1,40 a 64,40 |
| ZONA DI TERMINAZIONE - Progressive - (m) : | da 8,40 a 68,60 |
| QUOTA LIMITE INFERIORE (m): | 65,20 |
| LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI - (m) : | 2,80 |
| SMUSSA SUPERFICI: Attivato | EFFETTO TENSION CRACKS: Attivato |
| RICERCA CON ATTRATTORE DINAMICO: Attivato M1 | METODO (lambda0, Fs0): A |
| RISULTATI IN TEMPO REALE | |
| Fs ITERATIVO : 3,5634 | Fs Min. |
| INTERVALLO Fs delle 10 SUPERFICI CON MINOR Fs : 2,5893 - 2,6753 | |
| n. SUPERFICI GENERATE e VERIFICATE: 10000 di 10000 | |
| % EFFICIENZA GENERAZIONE SUPERFICI e % STABILITA' NUMERICA : 45,389 -- 97,30 | |
| PERCENTUALE SUPERFICI COMPLETATE(%): 100,00 | |



9.3.2.2. Fattore di metastabilità

Il rapporto $K = (FM - Ft) / (FM - Fm)$, indica se il pendio presenta o no condizioni di metastabilità, il cui valore di soglia è pari ad 1, cioè:

- ❖ per valori >1 , il pendio non oltrepassa mai il valore di soglia,
- ❖ per valori <1 esiste almeno un caso in cui la soglia viene oltrepassata, mentre
- ❖ per valori <0 , la soglia viene superata in tutte le condizioni testate.

Nella formula per il calcolo di K , i termini hanno il seguente significato:

- ❖ FM valore massimo del fattore di sicurezza ottenuto con le diverse verifiche effettuate;
- ❖ Fm valore minimo del fattore di sicurezza ottenuto con le diverse verifiche effettuate;
- ❖ Ft valore di soglia al di sotto del quale si ha condizione di instabilità.

Nei casi analizzati il fattore di metastabilità è $>$ di 1.

9.3.2.3. Opere di mitigazione

Secondo i disposti del D.Lgs. 624/96 articolo 10 comma 1 punto m (Sicurezza nelle attività estrattive), la verifica di stabilità dei fronti di scavo andrà ripetuta con cadenza annuale.

In ogni caso, dovranno essere sottoposte a verifica di stabilità, tutte quelle situazioni che si discostano da quelle oggetto della presente verifica.

Durante la fase di coltivazione, assumerà fondamentale importanza il rispetto delle indicazioni geometriche dei fronti di scavo riportate nei precedenti paragrafi e negli allegati progettuali.

Saranno, inoltre, effettuate delle sessioni informative durante le quali si porteranno a conoscenza gli addetti delle problematiche inerenti la corretta conformazione dei fronti di scavo.

Saranno emanate norme interne con l'indicazione della geometria dei fronti di scavo.

9.3.2.4. Opere di controllo

Rilievo topografico al fine di monitorare gli angoli delle scarpate dei gradoni e dell'intero scavo.

Prove di laboratorio sui materiali presenti nei fronti di scavo per verificare la congruenza dei dati utilizzati nella verifica di stabilità rispetto alle variate condizioni dei fronti di scavo.

9.3.3. Modificazioni geomorfologiche e pedologiche

Gli effetti geomorfologici sono in relazione con la variazione delle quote e delle forme della zona di intervento, tenendo ben presente che la modellizzazione a fine riabilitazione ha voluto lasciare inalterata la conformazione originale della zona interessata dai lavori, ad eccezione della zona di Monte Senzu dove verrà rimodellato un alto morfologico a quota 83,00 m.s.l.m..

Dal punto di vista morfologico su tutta la superficie interessata dagli scavi a fossa, si avrà una situazione di questo tipo: una zona depressa in cui si sviluppa lo scavo con al contorno una zona sub-pianeggiante costituita dall'attuale morfologia delle aree limitrofe.

Il rimodellamento finale nelle zone interessate dagli scavi a fossa, non porta ad una variazione dell'assetto attuale, mentre, nel cantiere di Monte Senzu, si ha una variazione di quote e di assetto morfologico.

Occorre precisare che la variazione di pendenza pre e post intervento nella zona degli scavi a fossa, è nulla, in quanto l'area sarà completamente riqualficata ripristinando la situazione morfologica precedente alla coltivazione mineraria del sito.

Nell'area la variazione maggiore si avrà in fase di coltivazione per la presenza della zona gradonata con coltivazione a fossa e con coltivazione a gradoni nell'area di Monte Senzu.

9.3.3.1. Opere di mitigazione

La riabilitazione dell'area prevede la ricreazione dello strato colturale con lo stesso andamento di quello originariamente presente nell'area interessata dai lavori.

Per quanto riguarda l'aspetto microclimatico, le maggiori alterazioni sono presenti in fase di coltivazione, poiché esisteranno delle aree prive di vegetazione, in ogni caso le basse superfici interessate consentono di non avere grosse modificazioni.

La ricolmata dello scavo contemporanea alla fase di coltivazione, consentirà di abbassare il livello di tale impatto.

La successiva stesura del terreno vegetale, favorirà il reimpianto della vegetazione naturale e il ritorno alla situazione originaria.

Regimazione delle acque superficiali con la creazione di un canale di guardia al fine di evitare il dilavamento dei fronti di scavo con la conseguente variazione dei parametri geotecnici caratterizzanti tali tipi di terre.

9.3.3.2. Opere di controllo

Verifica costante dei fronti di scavo, con particolare riguardo per quelli che non sono coinvolti nella coltivazione per periodi superiori ai tre mesi ed evacuazione delle acque meteoriche.

9.4. Diffusione di emissioni gassose e di polveri

9.4.1. Diffusione di polveri

Per una attenta valutazione della problematica è stata prodotta la relazione "Valutazione delle emissioni di polveri diffuse in atmosfera" inserita nell'allegato 18 a firma e timbro degli Ingg. Pudda e Puddu.

Nella relazione, vengono considerate le emissioni prodotte da.

- ❖ estrazione del materiale (comprensivo anche dello scotico e trasporto dello sterile e della terra vegetale, sempre eseguito mediante escavatore)
- ❖ caricamento del materiale sui mezzi
- ❖ erosione del vento dai cumuli
- ❖ transito dei mezzi sulle piste di miniera
- ❖ transito di mezzi su strade non asfaltate.

9.4.1.1. Opere di mitigazione

Per quanto concerne la circolazione delle macchine di escavazione, carico e trasporto, è consigliabile procedere all'innaffiamento dei piazzali e di tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, ponendo la massima attenzione alle porzioni di strada in pendenza data la notevole reattività della bentonite con l'acqua, fatto che potrebbe causare problemi di sicurezza nella circolazione dei mezzi e delle persone.

In casi estremi, in relazione all'intensità del vento, sui tratti di strada sterrata, si potrà utilizzare l'aspersione degli stessi con sostanze incrostanti per il contenimento della polvere, prodotti che ormai vengono utilizzati in diverse aree industriali in cui si pone il problema della dispersione delle polveri in atmosfera.

Per il contenimento delle polveri sulle strade, in cui avverrà il transito dei mezzi pesanti, valutata la effettiva necessità, si provvederà all'aspersione tramite acqua o tramite sostanze particolari che agiscono captando l'umidità dell'aria e mantenendo di conseguenza umido lo strato superficiale del terreno della strada sterrata, anche durante i periodi secchi.

Come è noto, anche nel periodo estivo, durante la notte l'umidità relativa dell'aria aumenta, permettendo alla sostanza utilizzata di accumulare umidità da utilizzare durante la giornata.

Nel caso di diminuzione di efficacia del prodotto, a causa di periodi prolungati di clima secco, basterà bagnare con acqua la superficie trattata per riavviare l'azione del prodotto.

Per quanto concerne l'emissione di polveri dai cumuli, è consigliabile procedere all'innaffiamento di tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, ponendo particolare cura anche all'ubicazione dei cumuli rispetto alla direzione del vento dominante.

Occorre precisare che il metodo di coltivazione a fossa, fa sì che i cumuli siano posizionati nei piazzali della miniera che risultano in posizione depressa rispetto alla morfologia circostante, proteggendoli dall'azione erosiva dei venti e diminuendo quindi la emissione delle polveri in atmosfera.

In casi estremi, in relazione all'intensità del vento, si potrà utilizzare l'aspersione dei cumuli con sostanze incrostanti per la protezione dei materiali polverosi dall'erosione del vento, prodotti che ormai vengono utilizzati in diverse aree industriali in cui si pone il problema della dispersione delle polveri in atmosfera.

Per la protezione dei cumuli, i prodotti sono agenti polimerici liquidi che permettono di ottenere una pellicola filmante che coprendo in modo omogeneo il materiale, protegge dall'erosione del vento e dalla pioggia il cumulo formato all'aperto.

Questi prodotti, sono in grado di svolgere l'azione antierosiva anche in caso di venti a notevole velocità.

Il grado di protezione è determinato dalla concentrazione della soluzione, dalla quantità di soluzione per metro quadrato di materiale trattato e dal numero di applicazioni.

La scheda di sicurezza del prodotto, la indica come dispersione acquosa di diversi polimeri e non contiene sostanze pericolose classificate secondo il regolamento CLP (Classification, Labelling and Packaging), ufficialmente regolamento (CE) n. 1272/2008.

9.4.1.2. Opere di compensazione

Manutenzione periodica della strada che conduce all'area della miniera in modo da diminuire la potenzialità di sollevamento delle polveri.

9.4.2. Emissioni dei gas di scarico dai mezzi

Le macchine operatrici in uso, saranno escavatore, pala e camion, questi ultimi utilizzati per il trasporto del prodotto finito fino a destinazione e per la movimentazione degli sterili entro l'area del cantiere.

Nel caso specifico dei mezzi, le emissioni derivano in gran parte dal consumo di carburante e dipendono dal motore che trasforma l'energia chimica in energia meccanica.

Le emissioni dei veicoli, si possono esprimere come la somma di tre contributi differenti:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

E_{hot} sono le emissioni a caldo (*hot emission*), ovvero, le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;

E_{cold} (*cold over emission*) è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero, delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo (convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C).

Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (*exhaust emission*).

E_{evap} sono le emissioni evaporative costituite dai soli **COVNM** (composti organici volatili non metanici).

Le emissioni a caldo, sono stimate per tutte le tipologie di veicoli, le emissioni a freddo per i veicoli leggeri, quelle evaporative sono rilevanti per i soli veicoli a benzina.

I dati sottostanti, sono i valori di emissione medi in g/kg di carburante consumato relativi a mezzi commerciali pesanti e off-road di tipologia identica a quelli che saranno utilizzati per portare a termine il progetto in esame.

Si riportano esclusivamente i dati relativi al ciclo urbano, poiché, è quello che meglio approssima il ciclo di lavoro che si effettuerà nell'area della miniera.

I dati sono tratti dalla pubblicazione dell'ANPA "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale".

| <i>Tipo di emissione</i> | <i>g/kg di carburante</i> |
|--|---------------------------|
| NO _x (ossidi di azoto) | 19,1484 |
| COVNM (composti volatili diversi dal metano) | 3,7925 |
| CO (monossido di carbonio) | 5,8497 |
| PM (particolato fine) | 0,9038 |
| CO ₂ (anidride carbonica) | 3137,5918 |

Il materiale particellare, comunque si origini, a seconda delle dimensioni, può depositarsi a vari livelli nell'apparato respiratorio.

Le particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM 10) e quelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM 2,5), sono le più pericolose poiché riescono a raggiungere i bronchioli alveolari e gli alveoli polmonari, depositandosi al loro interno.

In questo modo, viene vanificata l'importante ed efficace difesa naturale costituita dalle cellule mucipare e dalle cellule ciliate tappezzanti l'albero respiratorio (trachea, bronchi e bronchioli) e che col loro incessante movimento "escalatore ciliare" riportano le sostanze estranee, inglobate nel muco, fino a livello della faringe per poi essere eliminate o ingerite.

Negli alveoli, queste particelle, possono essere disciolte nelle secrezioni alveolari o, se insolubili, essere catturate (fagocitate) da cellule macrofagiche, trasportate negli interstizi alveolari e di qui, eventualmente, ai linfonodi regionali.

A questo punto il particolato, se inerte, può semplicemente depositarsi oppure dare origine a reazioni tissutali infiammatorie di tipo granulomatoso o fibrotico (silicosi, asbestosi).

Per poter avere un dato numerico sui valori di emissione dei nostri mezzi nella zona di operatività, si sono ricercati i valori medi di emissione presenti nella provincia del Sud Sardegna e rispetto a tale valore si è calcolata la percentuale di emissione dei mezzi operanti nel cantiere.

Si sono ottenute le seguenti percentuali:

| <i>Tipo di emissione</i> | <i>% valore mezzi/valore della provincia del Sud Sardegna</i> |
|--|---|
| NO _x (ossidi di azoto) | 0,0028 |
| COVNM (composti volatili diversi dal metano) | 0,00072 |
| CO (monossido di carbonio) | 0,000120 |
| PM (particolato fine) | 0,000705 |
| CO ₂ (anidride carbonica) | 0,000307 |

Tali valori percentuale, danno un'indicazione sull'entità dell'impatto che non è significativo e non è in grado di creare alterazioni stabili della qualità ambientale, inoltre, vista l'ubicazione dell'area, i materiali inquinanti subiscono una veloce diluizione nell'atmosfera con un conseguente abbattimento della loro presenza nel sito. L'attività, non prevede l'emissione di odori molesti e non è neanche ipotizzabile l'effetto sinergico tra diversi inquinanti.

9.4.2.1. Opere di mitigazione

In ogni caso al fine di minimizzare l'emissione di inquinanti in atmosfera, si provvederà a tenere i mezzi meccanici sempre in perfetta efficienza e si emaneranno procedure gestionali che obblighino i conducenti allo spegnimento dei mezzi durante il non utilizzo.

Si procederà, inoltre, durante la fase di avviamento dell'attività, alla misurazione dei valori di emissione dei mezzi, attraverso rilevamenti in situ dei seguenti parametri: PM, NO_x, CO, CO₂.

In relazione ai valori rilevati, si metteranno in essere gli interventi relativi all'abbattimento delle emissioni, elencati di seguito in ordine di esecuzione:

- ❖ costante manutenzione del mezzo al fine di abbattere i consumi di carburanti e lubrificanti;
- ❖ messa in opera di eventuali filtri per l'abbattimento dei valori di emissione;
- ❖ rinnovo del parco mezzi conformi alle normative europee e alla legislazione nazionale in materia di basse emissioni.

9.4.2.2. Opere di controllo

Controllo periodico come prescritto dalle normative di legge della qualità dei gas di scarico.

Revisione periodica dei mezzi come prescritto dalla normativa in materia.

9.5. Occupazione di maestranze locali

L'attività estrattiva si inserisce nel contesto socio-economico della zona come una realtà che fornisce occupazione per il personale direttamente impiegato ed occasioni di commesse per l'indotto (servizi e forniture).

Occorre, infatti, precisare che trovano occupazione diretta n° 1 sorvegliante, n° 1 direttore lavori, n° 1 responsabile del servizio prevenzione e protezione, nonché gli addetti alla parte amministrativa come indicato in altro paragrafo.

A tale impiego diretto, occorre sommare l'indotto che si esplica in tutte le lavorazioni riguardanti l'abbattimento del materiale, la movimentazione interna all'area della miniera, il trasporto alle varie destinazioni (stabilimento di Piscinas) per un totale di n° 5 addetti e il lavoro svolto dalle imprese di servizi.

Occorre inoltre precisare che dalla continuità delle coltivazioni nei cantieri della concessione Santa Brà, passa la continuità operativa dello stabilimento di Piscinas e da questa, l'occupazione di 12 addetti ed indirettamente per una parte dei 4 addetti presso la sede di Genova.

Si può pertanto ritenere che nel contesto socio economico della zona, che come visto in precedenza risulta abbastanza statico, l'iniziativa porta un notevole contributo all'economia.

9.6. Emissioni sonore

Le possibili fonti di emissione sonora, come detto in precedenza sono rappresentate da:

- ❖ mezzi meccanici che operano nella miniera e dai mezzi che trasportano i materiali estratti verso la destinazione.

Per la valutazione di impatto acustico previsionale nella fase di cantiere, si rimanda all'allegato 18 dal nome "Valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 447/95", a timbro e firma dell'Ing. Nicola Puddu, della quale si riportano le conclusioni:

"Dalla valutazione si evince che l'opera a regime incide dal punto di vista acustico soprattutto nel passaggio dei mezzi. L'attività di miniera infatti anche se supera i limiti della classe che il comune ha adottato per quell'area ovvero la classe II come emissione, poiché è una attività di carattere temporaneo può richiedere una deroga ai limiti. Per quanto riguarda i ricettori solo quelli individuati nella prima distanza risultano influenzati dal cambio di clima acustico con valore compresi solo il passaggio dei mezzi incide nel cambio del clima. Tuttavia tale valore ponderando nelle ore della fascia 06-22 risulterebbe rispettato. Si raccomanda di utilizzare mezzi rispondenti ai parametri di legge in materia di emissione di rumore."

9.6.1.1. Opere di mitigazione

In ogni caso, al fine di minimizzare l'emissione sonora, si provvederà ad emanare delle procedure gestionali in modo da tenere i mezzi meccanici sempre in perfetta efficienza ed in modo da evitare di tenerli accessi nei momenti di non utilizzo.

9.6.1.2. Opere di controllo

Indagini fonometriche periodiche come stabilito dalle normative in materia, al fine di controllare i livelli di emissione e la loro rispondenza ai livelli previsionali.

9.7. Effetti sulla fauna

9.7.1. Allontanamento fauna

La causa principale dell'allontanamento della fauna da una zona interessata da lavori, è fondamentalmente dovuta alla emissione di rumori e alla presenza di mezzi e persone che creano disturbo alle normali condizioni di vita della fauna.

Gli effetti dell'impatto acustico sulla fauna, non sono ancora ben conosciuti, mancando studi e ricerche specifiche così che non è possibile formulare ipotesi rigorose.

L'esperienza basata sui dati comportamentali, induce a ritenere che ad una prima fase di allontanamento, segue una fase di assuefazione durante la quale l'area abbandonata è gradualmente riconquistata.

Tale riconquista delle zone abbandonate, nel caso in esame, viene ulteriormente favorita dalla ricostituzione ecologica e ambientale del sito.

L'ampiezza e la durata dell'allontanamento non sono equivalenti per tutte le componenti faunistiche, alcune di esse, in particolare i rappresentanti dell'ornitofauna e dei carnivori, presentano una maggiore sensibilità ed un recupero più cauto, dell'ordine dei mesi.

Altre si adattano più facilmente riprendendo a frequentare le zone prossime alla miniera entro alcune settimane.

L'ampiezza dell'area inizialmente abbandonata varia, a seconda della fase lavorativa e della specie animale, e può arrivare fino ad un massimo di 2 chilometri.

L'area della miniera, presenta una totale assenza di fauna ad eccezione della selvaggina tipica del posto.

E' inoltre dimostrato scientificamente che gli animali ritornano sui luoghi di origine, senza risentire dei cambiamenti verificatisi sugli stessi siti a causa dell'attività umana, dopo un primo periodo di disturbo causato dalla presenza di nuovi fattori estranei al loro habitat.

La riabilitazione ambientale del sito ricreerà le condizioni di habitat adatte al reinsediamento della fauna.

Il bestiame allevato continuerà ad agire indisturbato nelle zone circostanti, la selvaggina pur con maggiore diffidenza sarà condizionata dalla maggiore presenza antropica, senz'altro durante le ore lavorative sarà certo un loro allontanamento dalla zona di lavoro, ma potrà essere mitigato alla cessazione dei rumori alla fine dei lavori.

Alcune specie soprattutto quelle volatili, poiché dominano dall'alto, sapranno meglio evitare l'area durante le ore di estrazione.

Poiché nell'area circostante, non esistono altri siti che possano causare effetti sull'attività degli animali in ore differenti rispetto all'attività in esame, questi possono tranquillamente spostarsi per alcuni periodi o fasi o circostanze senza che possano risentire di nessuna influenza ambientale.

Fenomeno che comunque in qualsiasi caso sarà mitigato durante le ore notturne.

Una volta completata l'attività estrattiva e avvenuta la completa riabilitazione del sito, non vi saranno neanche in forma residuale eventuali effetti sulla fauna (effetti che invece restano in maniera permanente per esempio nella realizzazione di certe strade).

9.7.1.1. Opere di mitigazione

Riabilitazione ambientale contestuale alla fase di coltivazione.

9.7.1.2. Opere di controllo

Controllo della superficie riabilitata e rinverdita rispetto a quella in progetto.

9.7.1.3. Opere di compensazione

Riassetto del sito al procedere della coltivazione con la creazione di situazioni ambientali idonee per il ripopolamento faunistico.

Al termine della riabilitazione ambientale del sito, si saranno messe in essere le situazioni ambientali ottimali per il ricrearsi delle condizioni di vita della fauna.

9.7.2. Perdita e frammentazione dell'habitat

Tutte le attività, sia di tipo civile sia di tipo industriale, sottraendo delle aree al territorio, che in precedenza erano degli habitat per la fauna, possono in molti casi, creare dei sensibili danni per la stessa.

Quest'ultimo caso, si ha qualora si operi la completa eliminazione dell'habitat delle specie faunistiche.

Nel caso in esame, non si crea una turbativa tale da portare alla distruzione di un habitat, ma si genera esclusivamente una divisione molto limitata di una possibile zona di passaggio delle specie durante il loro spostamento all'interno dell'habitat.

Pertanto, si crea un'alterazione dell'area di vita di un numero limitato di capi che non vedono compromessa la loro possibilità di sopravvivenza, vista l'enorme disponibilità areale del loro habitat in questa zona.

Quando si crea un'eccessiva frammentazione dell'habitat, gli animali soffrono perché diminuisce la loro capacità di cacciare le prede e di trovare luoghi sicuri in cui creare una dimora.

L'intervento, non crea le condizioni per l'eliminazione diretta degli habitat delle specie significative presenti nella zona, quali per esempio, quelle inserite nell'allegato II della Direttiva Habitat.

Si ritiene opportuno precisare che non sarà certamente creata una frammentazione dell'habitat, ma, esclusivamente una temporanea barriera allo spostamento di routine che sarà eliminata completamente nel momento in cui la riabilitazione ambientale del sito ricreerà le condizioni per l'insediamento della fauna preesistente o della nuova.

9.7.2.1. Opere di mitigazione

Creazione di corridoi di spostamento della fauna rappresentati dalle zone riabilite che creano la comunicazione tra le diverse zone interrotte dai lavori di coltivazione.

Creazione delle siepi nelle stesse posizioni precedenti a quelle dell'intervento.

Creazione di eventuali vie di accesso alle zone riabilite.

9.7.2.2. Opere di compensazione

Riabilitazione dell'intero sito minerario.

9.7.3. Aumento della mortalità animale

Nelle aree ad alta densità faunistica, si può avere un gran numero di collisioni tra i veicoli e gli animali portando ad un aumento della mortalità delle specie coinvolte.

Si ritiene che nel caso in esame, tale evenienza sia notevolmente ridotta, anche in virtù del fatto che le lavorazioni si svolgeranno durante le ore diurne, si può a ragion veduta, indicare la zona di maggiore probabilità di collisione quella rappresentata dalla strada che dalla miniera conduce alla strada statale 195.

9.7.3.1. Opere di mitigazione

Rispetto del codice della strada al fine di limitare la velocità dei mezzi durante gli spostamenti.

Creazione di percorsi di accesso della fauna verso la zona riabilitata.

9.7.3.2. Opere di compensazione

Installazione della segnaletica stradale lungo l'arteria che conduce alla miniera.

9.8. Effetti sulla vegetazione

9.8.1. Premessa

Tale parametro è già stato preso in considerazione nella sezione riguardante l'atmosfera, nella quale, sono stati analizzati gli incrementi delle polveri emesse dall'attività.

Gli effetti principali prodotti sulla flora dall'attività estrattiva, si possono ricondurre a:

- ❖ variazioni sullo sviluppo della flora, con possibili fenomeni di clorosi e necrosi,
- ❖ distruzione totale o parziale della vegetazione naturale.

Il primo effetto, interessa le essenze vegetali presenti nelle aree limitrofe a quella dell'escavazione che sono potenzialmente esposte alle polveri provenienti dall'area della miniera.

Le polveri depositandosi sulle foglie, creano una patina che ostruisce totalmente o parzialmente le aperture degli stomi rallentando la fotosintesi clorofilliana per ridotto scambio gassoso e per ridotto apporto della radiazione solare riflessa dalla patina creatasi sulle foglie.

Gli effetti che si producono sono la "clorosi", cioè un'alterazione del colore delle foglie per disturbi inerenti alla clorofilla che creano una diminuzione di energia per la pianta e la "necrosi", che è una degenerazione irreversibile che crea danni a livello cellulare e che si evidenzia con un progressivo cambio di colorazione delle foglie che diventano bianco-avorio e bruno-nerastre e porta alla progressiva caduta delle foglie.

Gli effetti diventano cronici se l'esposizione si protrae per lungo tempo e con sintomatologia che si presenta e progredisce lentamente.

Tali effetti sono ovviamente riferiti ad attività con grosse emissioni di polveri in atmosfera per attività di estrazione, movimentazione e trasporto con una notevole durata nel tempo.

Per quanto concerne questo fattore di impatto, si rimanda anche alla sezione relativa all'atmosfera.

9.8.1.1. Opere di mitigazione

Il progetto esclude le zone vegetate da qualsiasi intervento di scavo e coltivazione.

Saranno effettuate riunioni informative con tutti gli addetti al fine di indicare la delimitazione delle aree da preservare e tutelare.

Per quanto concerne l'emissione di polveri a causa della circolazione dei mezzi, si innaffieranno i piazzali e tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, al fine di evitare la dispersione delle stesse e il conseguente danneggiamento della flora.

9.8.1.2. Opere di controllo

Affissione di idonea cartografia e cartellonistica indicativa delle aree da rispettare.

9.9. Interferenza con il sistema idrico superficiale

9.9.1. Deflusso delle acque superficiali

Il deflusso delle acque superficiali, non verrà modificato al termine della coltivazione, infatti, la conformazione finale del sito, verrà rimodellata come nella situazione ante opera.

La morfologia delle aree, già coltivate e ripristinate dalla stessa società nel sito in esame, come è chiaramente visibile dalle foto allegate alla presente, consentono di verificare la bontà dei ripristini effettuati e la loro rispondenza alle condizioni morfologiche precedenti alle opere minerarie.

9.9.1.1. Opere di mitigazione

Regimazione delle acque che insistono nell'area di coltivazione, se necessario attraverso le opere di eduazione dal fondo scavo.

Le acque dovranno essere convogliate ad un idoneo bacino di raccolta per la loro decantazione e chiarificazione prima dell'immissione finale nel reticolo; lo scarico dovrà essere realizzato in modo da consentire l'esecuzione dei campionamenti per la verifica del rispetto dei limiti allo scarico, il tutto previa autorizzazione da parte dell'ente preposto (provincia).

9.9.2. Scarichi al suolo ed effluenti liquidi

L'interazione con questi due fattori ambientali, si può verificare in caso di situazioni di emergenza che si possono ricondurre alla rottura di parti dei mezzi meccanici che contengono liquidi inquinanti (gasolio, olio motore, olio idraulico), in ogni caso, sono eventi con una bassissima probabilità di accadimento e che nell'ipotesi di verifica dell'evento, producono una limitata quantità di inquinante.

Praticamente i due fattori che determinano il potere inquinante e cioè:

- ❖ la dose di introduzione nel mezzo ricettore e
 - ❖ la frequenza degli apporti,
- sarebbero, nel caso di incidente, bassissimi.

Dal punto di vista della capacità di migrazione dell'inquinante, si ha una presenza di strati impermeabili, dove la velocità di migrazione del soluto è praticamente inferiore a 10^{-7} cm/s, a tale proposito occorre ricordare che le argille vengono utilizzate per costruire le barriere impermeabili sui fondi delle discariche.

9.9.2.1. Opere di mitigazione

Occorrerà evitare nel modo più assoluto, la sosta dei mezzi potenziali emettitori in zone in cui si rileva una presenza di strati a maggiore permeabilità.

Nell'ipotesi di accadimento dell'evento, bisognerà bonificare immediatamente il suolo attraverso l'estrazione di quello contaminato e il suo conferimento in apposita discarica, infatti, i tempi di migrazione dell'inquinante nel suolo, sono notevolmente limitati dalle caratteristiche di permeabilità dello stesso e permettono un intervento di questo tipo.

9.10. Interferenza con il sistema idrico sotterraneo

9.10.1. Premessa

Le attività estrattive, non si limitano a modificare il bilancio idrico del suolo, ma creano una turbativa più o meno pesante a tutti i corpi d'acqua superficiali o sotterranei, in un ambito che in genere supera quello direttamente interessato dalla coltivazione.

Vista la lontananza dei punti di ricarica e delle zone di discarica dell'acquifero, si può a ragion veduta ritenere che l'attività non comprometterà il deflusso naturale delle acque verso lo stesso.

Nell'area del nuovo cantiere, i sondaggi non hanno evidenziato la presenza della falda, viste le litologie impermeabili presenti.

Lo schema di infiltrazione delle acque nel sottosuolo, non viene modificato dalle opere di coltivazione, in quanto il piano finale della coltivazione termina sulle litologie bentonitiche lasciando un franco tra queste e le litologie sottostanti, non modificando l'assetto idrogeologico presente.

Occorre inoltre precisare che le litologie sottostanti alle bentoniti, sono litologie conglomeratiche con presenza di cemento di matrice argillosa, tufi alterati e bentonitizzati che continuano a costituire una barriera alla infiltrazione delle acque, preservando l'assetto idrogeologico del sottosuolo.

9.10.1.1. Opere di controllo

Controllo della quota finale di arrivo della coltivazione, rispondente al progetto allegato.

9.11. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti

9.11.1. Premessa

A fronte della bassissima presenza di insediamenti abitativi nell'area considerata di incidenza dell'attività, si ritiene che l'impatto sugli abitanti residenti sia pressoché nullo.

Il transito degli automezzi sulle strade non asfaltate di accesso ed interne all'area della miniera, può determinare nell'ambiente circostante il sollevamento di polveri.

Come già detto in precedenza, l'impatto principale potrebbe essere quello del sollevamento delle polveri nei pressi della strada provinciale a causa del transito dei mezzi sulla strada di accesso alla zona mineraria.

9.11.1.1. Opere di mitigazione

La sicurezza delle persone, è tutelata dal fatto che l'area mineraria sarà completamente recintata con rete metallica di altezza pari a 1,80 metri, onde evitare possibili interazioni delle persone non addette con gli scavi.

Saranno, inoltre, affissi cartelli monitori su tutta la recinzione onde richiamare l'attenzione delle persone sulla presenza degli scavi.

Irrorazione con acqua tramite autobotte delle strade sterrate che conducono alla miniera.

Emanazione di ordini di servizio specifici per quanto concerne il sollevamento delle polveri che regolamentino le modalità del trasporto nelle aree interne ed esterne alla zona mineraria: obbligo dell'uso dei teloni sopra il carico, limiti di velocità, rispetto del codice della strada.

9.11.1.2. Opere di controllo

Controllo periodico (mensile) dello stato manutentivo della rete di protezione e dello stato e presenza dei cartelli monitori.

9.12. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti

9.12.1. Premessa

Come per tutte le attività soggette alle normative in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/08 e 624/96 e successive modificazioni e integrazioni), si è valutato tale effetto con la redazione del documento per la sicurezza contenente la valutazione dei rischi dell'attività.

I rischi per la salute possono essere i seguenti:

| Rischio | Misure di prevenzione e protezione |
|---|--|
| Aree di transito e spazi di lavoro | Procedure di sicurezza Delimitazione delle aree di passaggio pedonale Delimitazione ciglio di scavo con materiale in posto Cartellonistica di divieto e di obbligo Effettuare la valutazione sulla stabilità degli scavi con frequenza annuale |
| Attrezzi manuali | Utilizzo dei DPI Procedure di sicurezza |
| Esposizione al rumore e alle vibrazioni | Monitoraggio delle fonti di emissione Utilizzo dei DPI Formazione e informazione del personale |
| Rischi di incendio | Dotare i mezzi di estintore Formare e informare i lavoratori |
| Esposizione ad agenti chimici (polveri) | Innaffiamento delle strade e dei piazzali Informazione e formazione Utilizzo dei DPI |
| Macchine | Procedure di sicurezza |

| | |
|-----------------------------|---|
| | Manutenzioni programmate Cartellonistica di divieto e di obbligo |
| Microclima | Idonei sistemi di circolazione dell'aria sui mezzi Idonei DPI |
| Formazione e informazione | Reiterare la formazione e l'informazione dei lavoratori nei casi prescritti dalla normativa |
| Norme e procedure di lavoro | Emanare procedure per tutti i casi in cui si rende evidente tale necessità Affiggere adeguata cartellonistica di sicurezza Dotare l'area di idonee strutture per il personale |
| Sorveglianza sanitaria | Attenersi strettamente alle normative vigenti |

Il rischio è stato calcolato con la formula $R = P \times D$ che permette di ricavare automaticamente il valore dello stesso, utilizzando i due fattori P (probabilità che accada l'evento) e D (danno provocato dal verificarsi dell'evento).

Per il valore di P, viene presa come riferimento la scala delle Probabilità, che fa riferimento principalmente all'esistenza di una correlazione più o meno diretta tra la carenza riscontrata ed il danno ipotizzato, oltre che ad altri parametri, ed è di seguito riportata:

| | | |
|----------------------------|--------|----------|
| <i>Altamente probabile</i> | Valore | 4 |
| <i>Probabile</i> | Valore | 3 |
| <i>Poco probabile</i> | Valore | 2 |
| <i>Improbabile</i> | Valore | 1 |

La scala di gravità, chiama invece in causa la competenza di tipo sanitario e, fa riferimento principalmente alla reversibilità o meno del danno, ed è di seguito riportata:

| | | |
|-------------------|--------|----------|
| <i>Gravissimo</i> | Valore | 4 |
| <i>Grave</i> | Valore | 3 |
| <i>Medio</i> | Valore | 2 |
| <i>Lieve</i> | Valore | 1 |

La magnitudo del rischio permette di programmare gli interventi e la loro priorità al fine di poter mitigare il rischio stesso e può essere così individuata:

| | |
|------------------|--|
| R > 8 | <i>Azioni correttive indilazionabili</i> |
| 4 ≤ R ≤ 8 | <i>Azioni correttive necessarie da programmare con urgenza</i> |
| 2 ≤ R ≤ 3 | <i>Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve-medio termine</i> |
| R = 1 | <i>Azioni migliorative da valutare in fase di programmazione</i> |

9.12.1.1. Opere di mitigazione

La società Polar, ha sempre ritenuto fondamentale all'interno delle sue miniere, il rispetto delle norme sulla sicurezza, forte di tale principio nella gestione aziendale, ha sempre previsto come atto fondamentale la formazione e l'informazione dei lavoratori.

In tal modo l'azienda, vuole costantemente implementare la cultura della prevenzione dei rischi, in modo da accrescere il coinvolgimento di tutti i lavoratori.

Altresì, si vuole mirare ad un miglioramento della sinergia e del coordinamento di tutte le figure coinvolte nel sistema aziendale per la sicurezza.

Inoltre, la direzione dei lavori, emanerà periodicamente degli ordini di servizio specifici e delle procedure di sicurezza al fine di migliorare le condizioni di lavoro ed eliminare o ridurre al minimo i rischi per la salute e la sicurezza degli addetti.

9.12.1.2. Opere di controllo

Aggiornamento periodico del documento di sicurezza e salute comprendente la valutazione di rischi.

Visite sanitarie periodiche sui dipendenti.

Indagini fonometriche sui livelli di emissione sonora.

Coordinamento con le imprese di appalto.

Formazione del personale diretto e indiretto.

9.13. Impatto visivo

9.13.1. Premessa

L'impatto maggiore è ovviamente costituito, come per tutte le attività estrattive, dalla mancanza di continuità cromatica creata dall'area di coltivazione con il resto del territorio, che in questo caso per il tipo di coltivazione che si metterà in atto, si tratta, infatti, di una coltivazione a fossa si può considerare nullo ad eccezione degli osservatori che stazionano sugli alti morfologici limitrofi all'area mineraria.

In ogni caso, quest'impatto è relativo alla durata dell'attività, poiché la riabilitazione del sito con il suo progredire renderà nullo tale fattore.

Nel nostro caso particolare, l'ambito spaziale di effetto visuale della miniera, è determinato dalla topografia, dalla distanza e dalla dimensione della struttura.

Per determinare la zona di influenza visuale, si è costruita la carta di intervisibilità (allegato 16), in cui si può chiaramente vedere che l'effetto maggiore si ha nel contorno immediato dell'area del cantiere, infatti, per il metodo di coltivazione utilizzato la miniera non risulta visibile da nessun punto sensibile.

Il materiale sterile, verrà movimentato all'interno dello scavo se proveniente dal giacimento e posizionato direttamente entro lo scavo per il suo ritombamento se proveniente dall'esterno dei cantieri, non costituendo così un impatto visivo.

I cumuli del materiale bentonitico, saranno ubicati sui piazzali della miniera che risultando in posizione depressa saranno dunque occultati alla vista.

Rimangono visibili alla vista i cumuli relativi agli stock delle terra vegetale, pertanto, si limiterà la loro altezza al fine di mitigare il potenziale impatto dovuto alla differenza cromatica con il paesaggio circostante.

L'impatto visivo, viene quindi notevolmente limitato da due fattori fondamentali:

1. il metodo di coltivazione a fossa e la successiva riabilitazione ambientale del sito, consentiranno di mitigare totalmente tale impatto, infatti, lo scavo è completamente occultato alla vista ad eccezione di ricettori che si trovano sul bordo dello scavo o su alti morfologici limitrofi;
2. i ricettori che possono in qualche modo essere disturbati dall'impatto visivo per la differenza cromatica degli eventuali cumuli, sono quelli che percorrono la strada n°293, limitatamente ai cantieri situati nel campo C. Per chi percorre la strada in direzione Giba, la visuale si limita ad un breve tratto di circa 400 metri, mentre, per chi la percorre in direzione Piscinas la visuale è di circa 500 metri. Pertanto per un ricettore che percorre il tratto ad una velocità di 80 chilometri all'ora, la durata dell'osservazione della zona dei cumuli è al massimo pari a 22 secondi. Occorre precisare che i cumuli di stoccaggio hanno una durata limitata nel tempo e vengono continuamente modificati per esigenze produttive.

Per il calcolo dell'impatto paesaggistico, si sono considerati i 5 punti bersaglio situati nelle arterie stradali limitrofe.

Il calcolo dell'impatto paesaggistico dato dal prodotto tra il valore paesaggistico dell'area e il valore dell'impatto visivo, è inserito all'interno dell'allegato 16, dove si evince che il punto bersaglio 4 che guarda verso il campo c è quello con il valore maggiore pari a circa 12, ben al di sotto del valore critico pari a 30 al di sopra del quale occorre prevedere delle opere di schermatura.

L'impatto visivo è in ogni caso limitato alla durata dell'attività estrattiva e tende a diminuire con il progredire della stessa poiché vengono man mano ripristinate le aree coltivate ed eliminati i cumuli.

Al termine dell'attività, è prevista la riabilitazione ambientale dell'intera area, con il ritombamento totale dello scavo oggetto della coltivazione mineraria.

9.13.1.1. Opere di mitigazione

Il progredire del piano di riabilitazione ambientale, è contestuale alle opere di sfruttamento del giacimento, tale fatto dovrebbe consentire un corretto inserimento dell'iniziativa ai fini dell'impatto sul territorio.

L'impatto visivo è in ogni caso limitato alla durata dell'attività estrattiva ed al tipo di coltivazione proposto.

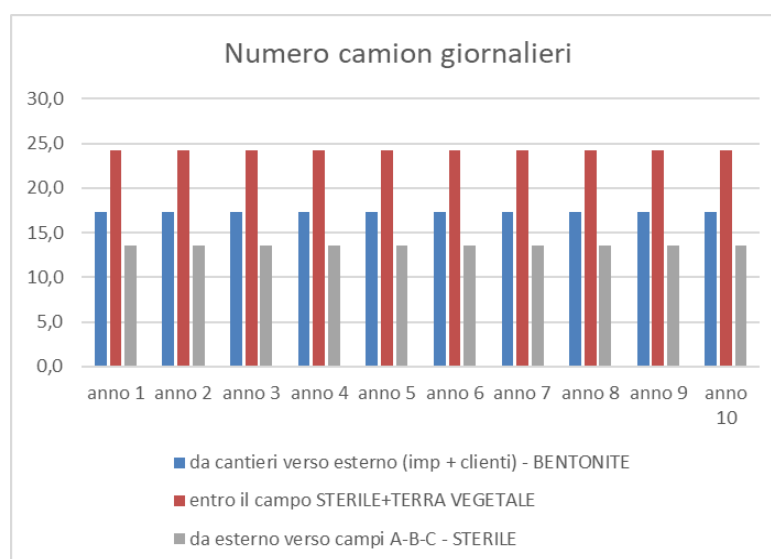
9.14. Aumento del traffico veicolare

9.14.1. Premessa

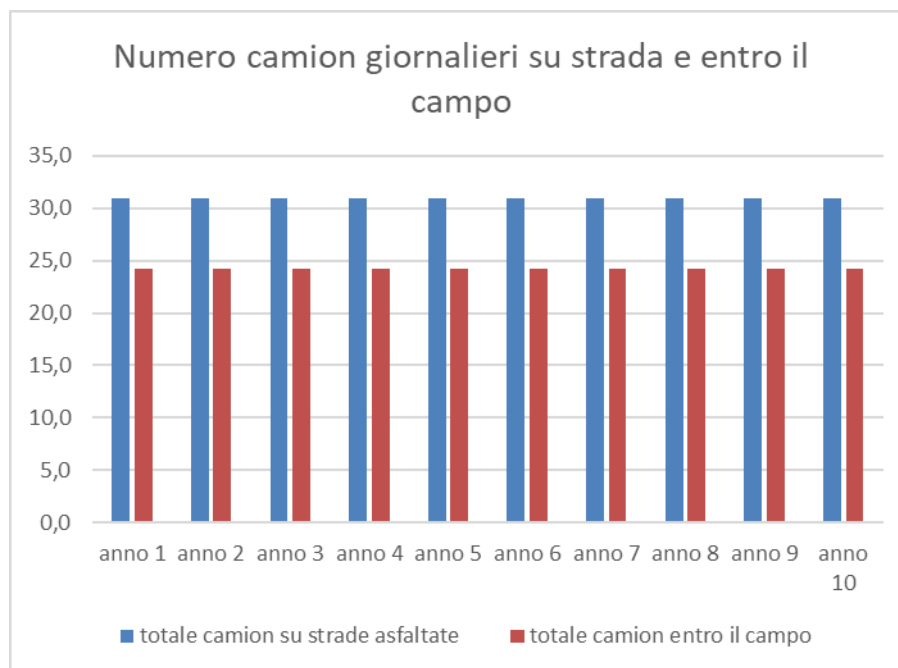
L'aumento del traffico veicolare, rappresentato esclusivamente da camion, si ripercuote quasi completamente sulla strada asfaltata ubicata a sud rispetto ai campi di coltivazione che con direzione sud est-nord ovest conduce dai vari campi alla strada statale 293.

Nel grafico sottostante, si è considerato il flusso medio annuale valutato come numero di camion giornalieri secondo il seguente schema:

1. dai cantieri verso l'esterno per il trasporto della bentonite destinata all'impianto e ai clienti;
2. entro le aree dei campi per il trasporto dello sterile e della terra vegetale,
3. dall'esterno (area impianto riciclaggio) verso i cantieri per l'apporto di sterile per il ritombamento degli scavi.



Il secondo grafico, invece, sempre considerando dei flussi medi annuali, considera il numero di camion giornalieri che transiteranno sulle arterie asfaltate indicate in precedenza ed entro i campi di coltivazione.



9.14.1.1. Opere di mitigazione

Rispetto del codice della strada (formazione e informazione costante dei lavoratori).

Emissione di ordini di servizio.

Rispetto delle manutenzioni programmate dei mezzi.

Revisioni periodiche dei mezzi.

9.15. Quantificazione dei valori di magnitudo

Al fine di poter stimare la magnitudo di ciascun fattore di impatto ambientale, occorre specificare quella che è la definizione di impatto.

Si ipotizzi che il tipo di impatto che ci interessa analizzare sia conseguente ad un fattore che rientra nella categoria della “emissione di residui” e che la componente indagata sia una componente biotica.

La situazione può essere così configurata: in una data ubicazione vi è una determinata sorgente di emissione di un determinato residuo relativo ad una determinata azione; in un'altra ubicazione vi è un ricettore biotico sensibile a quel determinato tipo di emissione e che costituisce il bersaglio dell'impatto: quali sono le variabili che occorre prendere in considerazione per determinare il livello dell'impatto sulla componente biotica?

La risposta può essere data ricorrendo alla seguente formula generale:

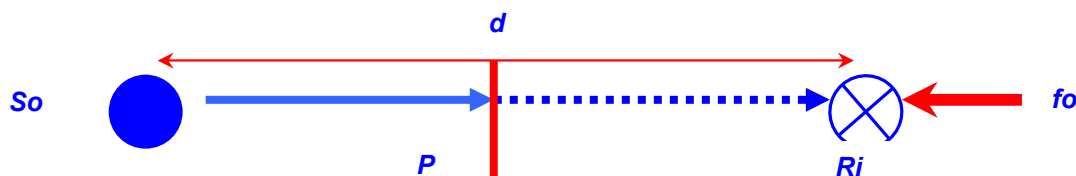
$$I = \Delta S = f(e, t, d, v, s, f_o)$$

dove:

| | | |
|------------|---|--|
| I | = | <i>impatto ambientale</i> |
| ΔS | = | <i>variazione di stato della componente ambientale</i> |
| e | = | <i>intensità del fattore di impatto alla sorgente</i> |
| t | = | <i>durata del fattore di impatto</i> |
| d | = | <i>distanza tra sorgente e ricettore</i> |
| v | = | <i>vulnerabilità del ricettore conseguente alla permeabilità dell'ambiente attraversato dal fattore di impatto</i> |
| s | = | <i>sensibilità del ricettore</i> |
| f_o | = | <i>livello di fondo del fattore di impatto</i> |

Pertanto, l'impatto è un cambiamento di stato di una determinata componente ambientale sensibile ad un determinato fattore e dipende dall'intensità del fattore alla sorgente, dalla durata del fattore stesso, dalla distanza tra sorgente e ricettore, dalla vulnerabilità del ricettore a seguito della permeabilità dell'ambiente attraversato dal fattore e dal livello di fondo del fattore di impatto, cioè dal livello che quel fattore d'impatto raggiunge a causa di altre azioni presenti nel contesto ambientale del ricettore.

Schematizzando abbiamo:



Dove: So indica la sorgente del fattore di impatto, Ri il ricettore, d la distanza tra i due e P la permeabilità che l'ambiente interposto tra So e Ri presenta nei confronti del fattore di impatto, mentre, fo, indica il livello di fondo del fattore di impatto che interessa il ricettore e che è prodotto da altre sorgenti.

Se ad esempio, il fattore di cui ci occupiamo è il rumore prodotto dal traffico veicolare di una strada ed Ri è un'abitazione, allora fo è il rumore di fondo in cui l'abitazione è immersa e che dipende dal complesso delle preesistenti sorgenti di rumore.

Nella tabella che segue, sono indicati i valori delle magnitudo assunte per i singoli fattori, tenendo presenti le caratteristiche del sito, dell'ambiente e delle lavorazioni che saranno effettuate.

Sono state inoltre indicate le durate dei diversi impatti, tenendo conto della seguente suddivisione temporale:

EM = Eventi eccezionali, emergenze, malfunzionamenti

BT = Breve termine, fino alla fine della coltivazione

MT = Medio termine, fino alla fine della riabilitazione del sito

LT = Lungo termine, fino alla risistemazione del sito e al suo completo reinserimento nel contesto ambientale.

Le informazioni raccolte nei paragrafi precedenti, hanno consentito di delineare i principali aspetti ambientali pertinenti con le diverse attività.

Su queste basi, occorre valutare gli effetti ambientali su ciascuna componente ambientale.

A tale scopo, è necessario caratterizzare e descrivere in modo quantitativo, per quanto possibile, i fattori di impatto ambientale individuati.

Gli schemi di valutazione, che hanno condotto al calcolo dei "livelli" di ogni fattore di impatto ambientale, hanno una struttura diversa per ognuno dei tre parametri da valutare (rilevanza, efficienza, sensibilità territoriale), come pure gli algoritmi di calcolo da applicare per valutare numericamente le risposte ottenute alle domande delle check-list di valutazione dei parametri.

Pertanto, ciascun valore di magnitudo, è stato valutato dando dei valori ai differenti parametri ricavati tramite check-list di controllo specifiche per ciascun fattore ambientale e riportate nei prossimi paragrafi.

9.15.1. Analisi della sensibilità territoriale

Concluse le fasi di inquadramento dell'attività produttiva e di valutazione dei fattori di impatto ambientale, si ritiene necessario approfondire il rapporto tra il sito ed il territorio circostante, caratterizzando ed analizzando l'azione che tali fattori di impatto svolgono sulle singole componenti ambientali.

Zone diverse del territorio e situazioni ambientali locali differenti, sottoposte all'impatto delle attività del sito produttivo avranno conseguenze diverse in funzione delle caratteristiche di "sensibilità" e di "vulnerabilità", della zona interessata in modo diretto dall'impatto ambientale in questione.

Lo studio della "sensibilità" e della "vulnerabilità" del territorio, consentirà di meglio identificare la "priorità" delle azioni da svolgere per mitigare gli effetti ambientali diretti ed indiretti sulle componenti ambientali.

A solo titolo di esempio, si possono indicare alcune delle relazioni che intercorrono tra fattori di impatto e componenti ambientali:

- ❖ l'emissione di rumore, dovuta direttamente alle attività produttive che si svolgono nel sito o indirettamente al traffico veicolare, può creare una azione di disturbo nei confronti della fauna selvatica eventualmente presente nella zona;
- ❖ il traffico veicolare, può esercitare un'azione diretta di danneggiamento nei confronti della fauna presente.

Il metodo utilizzato per la valutazione della sensibilità territoriale, è di tipo qualitativo e tramite la valutazione dei diversi aspetti di vulnerabilità e sensibilità del territorio circostante il sito, ha condotto all'individuazione degli elementi di priorità da tenere presenti nella gestione dei fattori, indotti dalla presenza o dall'attività del sito produttivo.

| <div>Fattori di impatto ambientale</div> <div>Valori</div> | Diffusione di emissioni gassose e di polveri | Effetti sulla fauna | Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti | Destinazione d'uso | Emissioni sonore | Effetti geomorfologici e pedologici | Interferenza con il sistema idrico superficiale | Interferenza con il sistema idrico sotterraneo | Aumento del traffico veicolare | Effetti sulla vegetazione | Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti | Impatto visivo | Occupazione delle maestranze locali |
|--|--|---------------------|--|--------------------|------------------|-------------------------------------|---|--|--------------------------------|---------------------------|---|----------------|-------------------------------------|
| Magnitudo minima | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Magnitudo massima | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Magnitudo assegnata | 3 | 2 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Durata impatti | MT | MT | MT | LT | MT | LT | LT | BT | MT | MT | EM | MT | MT |

Legenda:

- EM** = Eventi eccezionali, emergenze, malfunzionamenti
- BT** = Breve termine, fino alla fine della coltivazione
- MT** = Medio termine, fino alla fine della riabilitazione morfologica del sito (ritombamento completo dell'area)
- LT** = Lungo termine, fino alla risistemazione del sito e al suo completo rinverdimento (area ritombata e rivegetata)

Lista delle magnitudo dei fattori di impatto

| | | |
|---|--|---------------------------|
| Diffusione di emissioni gassose e di polveri | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Emissione libera in atmosfera ✓ Abbattimento di polveri ed aeriformi ✓ Abbattimento e recupero | 7-10 2-7 1-2 |
| Effetti sulla fauna | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Presenza di specie molto rare ✓ Presenza di specie rare ✓ Presenza di specie comuni | 6-10 3-5 1-2 |
| Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti >8 ✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti 4-8 ✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti 2-3 ✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti <1 | 8-10 5-7 3-6 1-2 |
| Destinazione d'uso | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Parchi, aree protette ✓ Area urbana ✓ Area agricola – prato pascolo – bosco ✓ Area industriale - servizi | 9-10 6-8 3-5 1-2 |
| Emissioni sonore | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Picco di sovrappressione al ricettore <141 dB ✓ Picco di sovrappressione al ricettore <131 dB ✓ Picco di sovrappressione al ricettore < 121 dB | 8-10 4-7 1-3 |
| Effetti geomorfologici e pedologici | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fattore di metastabilità < 0 ✓ Fattore di metastabilità 0-1 ✓ Fattore di metastabilità > 1 | 8-10 3-7 1-2 |
| Interferenza con il sistema idrico superficiale | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Interferenza con laghi e fiumi ✓ Interferenza con corpi idrici secondari ✓ Nessuna interferenza con corpi idrici | 8-10 3-7 1-2 |
| Interferenza con il sistema idrico sotterraneo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Falda superficiale e terreni permeabili ✓ Falda profonda e terreni permeabili ✓ Falda profonda e terreni impermeabili | 6-10 2-5 1 |
| Aumento del traffico veicolare | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento sulla rete principale > 200% ✓ Aumento sulla rete principale 100-200% ✓ Aumento sulla rete principale < 100% | 6-10 3-5 1-2 |
| Effetti sulla vegetazione | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Interventi su aree boscate ✓ Interventi su macchia mediterranea alta ✓ Interventi su macchia mediterranea bassa e degradata | 6-10 4-5 1-3 |
| Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Industria a rischio di incidente rilevante (Direttiva Seveso 2) | 7-10 |

| | | |
|-------------------------------------|--|--------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Emissioni incontrollate e presenza di sostanze tossiche ✓ Tutte le emissioni al di sotto dei limiti di legge | 3-6 1-2 |
| Impatto visivo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Visibile dai centri abitati ✓ Visibile dalla rete viaria principale ✓ Non visibile | 6-10 3-5 1-2 |
| Occupazione delle maestranze locali | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Offerta occupazionale dell'attività - alta ✓ Offerta occupazionale dell'attività - media ✓ Offerta occupazionale dell'attività - bassa | 7-10 3-6 1-2 |

9.15.2. Calcolo degli impatti elementari

Gli impatti elementari, intesi come sommatoria dei prodotti tra l'influenza ponderale di un fattore e la sua relativa magnitudo, sono stati calcolati attraverso un software per la valutazione degli impatti elementari mediante un modello matriciale che calcola gli impatti per ogni singola componente e li confronta con l'impatto elementare (I.E.) minimo e massimo relativo.

La somma dei contributi all'impatto dei singoli fattori fornisce, per ogni componente ambientale, la valutazione dell'impatto elementare, indicati nella tabella seguente:

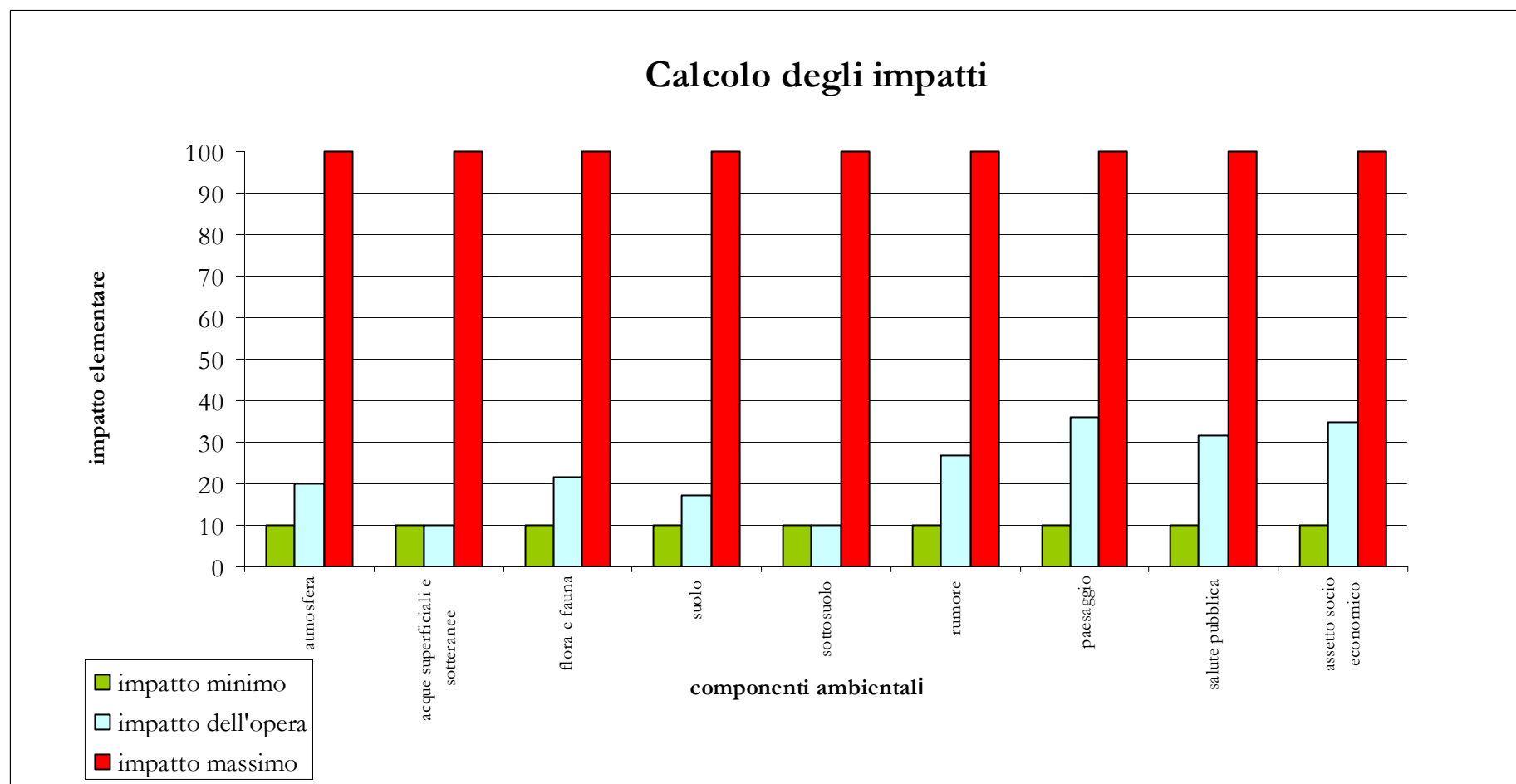
| <div style="text-align: right; color: red;"><i>Impatti elementari</i></div> <div style="text-align: left; color: red;"><i>Componenti ambientali</i></div> | Impatto elementare minimo | Impatto elementare dell'opera in progetto | Impatto elementare massimo |
|---|---------------------------|---|----------------------------|
| Atmosfera | 10.00 | 20.00 | 100.00 |
| Acque superficiali e sotterranee | 10.00 | 10.00 | 100.00 |
| Flora e fauna | 10.00 | 21.67 | 100.00 |
| Suolo | 10.00 | 17.14 | 100.00 |
| Sottosuolo | 10.00 | 10.00 | 100.00 |
| Rumore | 10.00 | 26.67 | 100.00 |
| Paesaggio | 10.00 | 35.83 | 100.00 |
| Salute pubblica | 10.00 | 31.67 | 100.00 |
| Assetto socio economico | 10.00 | 35.00 | 100.00 |

L'impatto più elevato, pari a 35.83, compete alla componente ambientale denominata paesaggio sia per l'elevato valore di magnitudo sia per l'elevato numero di fattori ambientali correlati con tale componente ambientale, segue la componente ambientale denominata assetto socio economico con un valore pari a 35.00, in quanto viene computata l'interferenza positiva sull'attività dovuta alla occupazione delle maestranze locali.

Segue nel valore degli impatti la salute pubblica, con un valore di 31.67 pari a 3,2 volte il minimo impatto.

I valori di impatto elementari calcolati per le altre componenti ambientali, sono compresi tra 26,67 (rumore) e 10,00 (acque superficiali e sotterranee).

Di seguito, si riporta sottoforma grafica, l'andamento degli impatti elementari dell'opera in progetto rispetto agli impatti elementari minimi e massimi.



9.15.3. Conclusioni

L'esame degli impatti elementari così calcolati, consente di attribuire un valore contenuto all'impatto complessivo dell'opera.

I criteri progettuali e di intervento in relazione all'ubicazione del sito sono stati accuratamente scelti in modo da minimizzare l'interazione con le componenti e i fattori ambientali.

Non si sono rilevati impatti la cui azione è preclusiva per l'attività che si vuole intraprendere.

10. Piano di monitoraggio

10.1. Obiettivi

Di seguito, si richiamano i principali obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale:

- ❖ verificare la conformità alle valutazioni previsionali di impatto ambientale individuate nello SIA delle successive fasi di preparazione, coltivazione e riqualificazione ambientale del sito;
- ❖ correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- ❖ garantire, durante la fase di coltivazione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- ❖ verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- ❖ effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

10.2. Organizzazione dell'azienda

La società si doterà di procedure atte alla definizione e alla pianificazione delle azioni necessarie ad individuare gli aspetti ambientali diretti e indiretti, significativi a livello di impatto e di pericolo nonché che possono portare a incidenti e infortuni.

Sulla base dei risultati ottenuti con l'analisi ambientale iniziale, ogni aspetto ambientale diretto e indiretto, che è stato classificato come significativo, sarà controllato attraverso monitoraggi e misurazioni.

Sulla base dei dati e degli aspetti ambientali evidenziati dall'analisi ambientale ed in base ai risultati del monitoraggio periodico, la direzione definirà gli obiettivi di miglioramento anche attraverso traguardi intermedi, stabilirà i tempi per il loro raggiungimento ed assegnerà le risorse necessarie in termini di uomini e mezzi.

Tali documenti sviluppati ed elaborati, diventano lo strumento per verificare lo stato di avanzamento nei riesami successivi.

All'interno del suo organico, la società individuerà la risorsa umana che dovrà:

- ❖ verificare con controlli periodici il corretto svolgimento dei monitoraggi,
- ❖ coordinare le attività di monitoraggio rendendole congrue al piano di monitoraggio,
- ❖ coordinare gli eventuali specialisti su differenti aspetti ambientali,
- ❖ predisporre aggiustamenti e integrazioni ai monitoraggi previsti anche in relazione ad eventuali criticità ambientali che si dovessero presentare,
- ❖ verificare che la documentazione tecnica del monitoraggio predisposta dagli specialisti, sia conforme,
- ❖ redigere i documenti di sintesi da destinare alla direzione e all'autorità competente.

10.2.1. Componenti ambientali

Di seguito si indicano le componenti ambientali per le quali si rende necessario operare un monitoraggio, con la tempistica, secondo le seguenti fasi:

1. **Ante operam:** da eseguire prima dell'inizio delle attività, ossia prima dell'insediamento del cantiere e dell'inizio dei lavori. In questo modo si ha una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dai lavori di estrazione mineraria.

2. **In corso d'opera:** riguarda il periodo di esercizio, dall'apertura del cantiere fino al loro completo smantellamento ed al ripristino del sito. I controlli stabiliti nel PMA saranno effettuati per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata.
3. **Post operam:** comprende le fasi successive al ripristino finale a seguito del completo smantellamento e ripristino delle aree. La durata del monitoraggio è variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio.

| Componente ambientale/aspetti critici | Descrizione | Ante operam | In corso d'opera | Post operam |
|---------------------------------------|--|--|------------------|---------------------------|
| | | Frequenza S=semestrale A=annuale B=biennale Q=quadriennale o prima se subentrano modifiche PS=prima dello scarico | | |
| Atmosfera | emissione di polveri aerodisperse da sorgenti diffuse | | A | A 1 volta |
| | verifica dei gas di scarico delle macchine operatrici e dei mezzi di trasporto operanti nell'ambito del cantiere | Si | B | |
| Acque | analisi chimica delle acque del fondo scavo da edurre | | PS | |
| Rumore | caratterizzare lo stato acustico del territorio prima della realizzazione degli scavi ed acquisire dati per i confronti con la fase d'opera | Si | | |
| | caratterizzare la rumorosità dovuta alle attività del cantiere, compreso il traffico indotto | Q | | |
| | valutare la congruità con i limiti previsti dalla zonizzazione acustica del territorio comunale | | | |
| | verificare l'efficacia delle mitigazioni previste | | | |
| Vegetazione | rilievo posizione siepi presenti nell'area di coltivazione | Si | | |
| | controllo fallanze specie arboree e arbustive siepi | | | A 2 volte dopo la fine |
| | planimetria finale con controllo della superficie riabilitata e rinverdità e documentazione fotografica sul rinverdimento del sito | | | A 1 volta |
| Effetti geomorfologici e pedologici | controllo dello stato di conservazione del suolo asportato, sua copertura con terra e rimescolamento almeno una volta all'anno | | A | |
| | verifica di stabilità dei fronti di scavo | Si | A | |
| Fauna | Planimetria finale di controllo della superficie riabilitata e rinverdità rispetto a quella in progetto | | | A 1 volta |
| Avanzamento lavori | progressione delle fasi di utilizzazione del giacimento minerario, con l'indicazione dei quantitativi di tutti i materiali estratti e da estrarre e delle lavorazioni effettuate | | A | |
| | progressione delle fasi di recupero ambientale, gli interventi realizzati e da realizzare, con l'indicazione dei tipi di intervento, della loro entità, dei risultati attesi e dell'efficacia e qualità di quelli già ottenuti | | A | |
| | prosecuzione dei lavori attraverso fotografie panoramiche e di dettaglio | | S | |

| I Tecnici | |
|--|---|
| <i>Per. Ind. Minerario</i> <i>Dott. Geol. Pietro Pittau</i> | <i>Per. Ind. Minerario</i> <i>Dott. Pian. Fabio Grasso</i> |

11. Bibliografia

| Autore | Titolo | Note |
|---|---|---|
| Carmignani L. | Carta Geologica della Sardegna fogli Sud e Nord (scala 1:200000) | 1996 |
| Silvio Delsante, | Note di informazione sintetica sulla v.i.a. | Centro VIA Italia – AAA |
| Manuale a cura di Alessandro G. Colombo e Sergio Malcevschi | Manuale aaa degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale Vol 1 | Centro VIA Italia – AAA |
| A cura di Alessandro G. Colombo e Sergio Malcevschi | Manuale aaa degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale Vol 2 | Centro VIA Italia – AAA |
| FORMEZ | Progetto Valutazione di Impatto Ambientale, appunti per il corso di formazione per analisti dell'impatto ambientale | Napoli 1993 |
| S.Lanzavecchia | Guida pratica alla valutazione di impatto ambientale | Formez |
| M. di Fidio | Capitolato speciale di appalto per opere di costruzione del paesaggio con il computer | 1995, Pirola |
| M. di Fidio | Architettura del paesaggio | 1990, Pirola |
| Gisotti G., Bruschi S. | Valutare l'ambiente | 1990 Roma: NIS |
| La Camera. F. | VIA. Guida all'applicazione della normativa | 1998 Ed. Pirola, Sole 24 ore. |
| Malcevschi. S | Qualità ed impatto ambientale. Teoria e strumenti della valutazione di impatto. | 1991 ETASLIBRI, Milano. |
| Mendia L., D'Antonio G., Carbone P | Principi e metodologie per la valutazione di impatto ambientale | Ingegneria Sanitaria n°3, 1985. |
| MRST | Valutazione dell'impatto ambientale | 1982 Istituto poligrafico dello Stato |
| L.Buccino, A.Russi | Programma di valutazione impatto ambientale. Calcolo degli impatti elementari con modelli matriciali | 1990, Dario Flaccovio Editore |
| Regione Liguria | Norme tecniche per la procedura di Valutazione di impatto ambientale | 1995 |
| Alberto Colorni e Sergio Malcevschi | Manuale per la Valutazione di Impatto Ambientale | 1994 Regione Lombardia |
| Schmidt di Friedberg P. (a cura di) | Gli indicatori ambientali. Valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale. Atti del Convegno FAST-SITE. Milano | 1986 Franco Angeli |
| Westman W.E | Ecology, Impact assessment and Environmental Planning | 1985 Edited by John Wiley & Son Inc |
| | Repertorio della fauna protetta | |
| | Repertorio della flora protetta | |
| I.Sharland | Manuale di acustica applicata. L'attenuazione del rumore | 1994, Ed. Woods Italiana |
| Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente | Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria | RTI CTN_ ACE 4/2001 |
| | Guidance on EIA EIS Review | June 2001 Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities |
| Pala, Pecorini, Porcu, Serra | Schema geologico strutturale della Sardegna | |

| | | |
|---|---|--|
| A.Cherchi & L.Montadert | Il sistema di rifting oligo-miocenico del Mediterraneo occidentale e sue conseguenze paleogeografiche sul terziario sardo | Mem.Soc.Geol.It.,Vol. 24, 1982 |
| M.Boccaletti - L. Tortorici | Appunti di geologia strutturale | 1987, Patron Editore |
| Dip. Intrateneo Territorio - Politecnico e Università di Torino | Indice del grado di naturalità del territorio | 2002 |
| G.Chiesura | Considerazioni sulla stabilità di pendii in terra e rocciosi, con particolare riferimento all'importanza della determinazione del coefficiente di sicurezza | Geologia Tecnica |
| M.Civita | I problemi connessi con il corretto sfruttamento e la protezione delle risorse idriche sotterranee in Italia | Suolosottosuolo Torino 1989 |
| E.Cernetti | Attività estrattive a cielo aperto e gestione del territorio | Suolosottosuolo Torino 1989 |
| G.B.Castiglioni | Geomorfologia | Utet |
| Autori vari | Cave e ambiente in Italia | Conv.naz. di Italia Nostra 1976 |
| K.W. Butzer | Accelerated soil erosion: a problem of man-land relationship. In perspectives on environments | Association of Amer. Geogr. 1974 |
| G.Castany | Idrogeologia. Principi e metodi | 1982, Dario Flaccovio Editore |
| M.Panizza | Elementi di geomorfologia | 1973, Pitagora editrice Bologna |
| ISPESL | Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro | 2003 |
| ISPESL | Rischi professionali, guida alla valutazione | 1994, Fogli di informazione Ispesl |
| ISPESL | Valutazione delle condizioni di lavoro nelle piccole e medie imprese, metodologia pratica | 1994, Fogli di informazione Ispesl |
| Dossier ambiente | La valutazione dei rischi | 1995, Ass. Amb. e Lav. |
| G.Chiesa | Idraulica delle acque di falda | 1994, Dario Flaccovio Editore |
| L.Hamill-F.G.Bell | Acque sotterranee | 1992, Dario Flaccovio Editore |
| G.di Rosa | Rischio idrogeologico e difesa del territorio | 1999, Dario Flaccovio Editore |
| Casadio, Elmi | Il manuale del geologo | 1995, Pitagora editrice |
| P.Colombo | Elementi di geotecnica | 1973, Zanichelli |
| R.Lancelotta | Meccanica dei terreni | 1980, LEU |
| R.Lancelotta | Geotecnica | 1992, Zanichelli |
| F.Ippolito, P.Nicotera, P.Lucini, M.Civita, R.de Riso | Geologia tecnica per ingegneri e geologi | 1977, ISEDI |
| R.Brotzu | Alberi, arbusti ed erbe della Sardegna | 2000, Il maestrale |
| C.Airò Farulla | Analisi di stabilità dei pendii | 2000, Hevelius edizioni |
| A.Aru, P.Baldaccini, A.Vacca | Carta dei suoli della Sardegna | 1991, Reg. Aut. della Sardegna-Univ. Degli Studi di Ca. Dip. Sc. della Terra |
| Autori vari | L'ambiente naturale in Sardegna | 1986, Carlo Delfino editore |
| Camarda-Valsecchi | Alberi e arbusti spontanei della Sardegna | 1982, Gallizzi SS |
| T.casu, G.Lai, G.L. Pinna | Guida alla flora e alla fauna della Sardegna | 1989, Ed.Arch.Fotografico Sardo SS |
| M.Chiappini | Guida alla flora pratica della Sardegna | 1988, Carlo Delfino editore |
| D.Ruiu | Gli animali della Sardegna Vol. I e II | Ediz. Il maestrale |
| F. Puddu – M.Viarengo | Animali di Sardegna. I mammiferi. | 1990, Carlo Delfino editore |
| I. Camarda, S.Falchi, G. Nudda | L'ambiente naturale in Sardegna | 1998, Carlo Delfino editore |
| A.F. Fadda | L'evoluzione del paesaggio in Sardegna | 1990, Coedisar |