REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato all'Industria

Servizio Attività Estrattive

CONCESSIONE MINERARIA TEMPORANEA PER LA COLTIVAZIONE DI TERRE DA SBIANCA, CAOLINO E ARGILLE "BENTONITICHE"

DENOMINATA

"MONTE FURROS "

LOCALITÀ

"MONTE FURROS"

COMUNE DI OZIERI - PROVINCIA DI SASSARI

TIMBRI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE S.I.A.

QUADRI

SCALA	DATA

I COORDINATORI

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 472 Dott. Geol. ALESSANDRO PIETRO GROSSO

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 471 Dott. Geol. MARCO PILIA

IL RICHIEDENTE

MINERSARDA S.p.A.
S.S. 130 KM 17,600
09010 VILLASPECIOSA (CA)
P.IVA 02145880924

A. Grosso & M. Pilia
Geologi
Via Catalani, 7 - 09128 CAGLIARI
Tel/Fax. 070/4525793 E-mail: studio.grospilia@alice.it

INDICE

Presentazione 1
1. Introduzione 2
1.1 Inquadramento cartografico 2
1.2 Inquadramento amministrativo 2
1.3 Descrizione del momento "zero" 3
1.3.1 Sistema ambientale 3
1.3.1.1 Paesaggio 3
1.3.1.2 Orografia 4
1.3.1.3 Geologia 4
1.3.1.4 Idrografia 6
1.3.1.5 Idrogeologia 9
1.3.1.6 Geomorfologia 9
1.3.1.7 Manifestazioni sorgentizie 10
1.3.1.8 Manifestazioni termali 12
1.3.1.9 Stato di salute delle acque 13
1.3.1.10 L'uso del suolo 13
1.3.1.11 Vegetazione 14
1.3.1.12 Clima 15
1.3.1.13 Qualità dell'aria 15
1.3.2 Sistema infrastrutturale 19
1.3.3 Sistema insediativo, storico e sociale 20
1.3.3.1 Il Comune di Ozieri 21
1.3.4 Sistema sociale ed economico 23
1.4 Individuazione dell'alternativa o "opzione zero" 33
1.5 Motivazioni alla base della proposta progettuale e confronto con il momento zero e l'opzione zero 34
1.6 Motivazioni strategiche dell'intervento 34
1.7 Indicazione dell'ambito territoriale interessato e dei sistemi ambientali suscettibili di impatti diretti e indiretti 35
1.8 Indicazione dei limiti operativi, spaziali e temporali dell'attività e del ripristino ambientale 35
1.9 Criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile, in relazione ai vantaggi per la mitigazione degli impatti, la minimizzazione dell'impiego di risorse e la produzione di residui di processo solidi, liquidi e gassosi 36
1.10 Analisi costi-benefici relativa alle varie opzioni 37
1.11 Indicazione delle possibili alternative di localizzazione dell'attività e delle modalità di intervento. analisi ambientale, progettuale e socio economica delle alternative considerate 37

2. Quadro Programmatico 38
Introduzione 38
2.1 Pianificazione di settore 39
2.1.1 Piano Regionale per le Attività Estrattive (PRAE) 39
2.2 Pianificazione territoriale 41
2.2.1 Il Piano Paesaggistico Regionale 41
2.2.2 Il Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P) 45

2.3 Pianificazione regionale per il risanamento e la qualità dell'ambiente 47
2.3.1. Piano Tutela delle Acque 47
2.3.2 Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche 49
2.3.3 Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente 50
2.3.4 Il Piano Forestale Ambientale Regionale 50
2.4. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 51
2.5 Pianificazione delle aree di salvaguardia 54
2.6 Pianificazione socio-economica 55
2.6.1 Programma Operativo Regionale (POR) Obiettivo Competitività regionale e occupazione Fondo Sociale Europeo (FSE) 2007-2013 55
2.6.2. Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013 55
2.7 Rapporto di coerenza del progetto rispetto agli obiettivi perseguiti dagli strumenti Pianificatori 56
2.8. Indicazione dei tempi di attuazione dell'intervento e delle infrastrutturazioni complementari e di servizio 57

3. Quadro Progettuale 58
Introduzione 58
3.1 La natura dei beni e/o dei servizi offerti 58
3.1.1 I minerali da coltivare 58
3.1.1.1 Gli utilizzi pratici 61
3.1.1.2 La localizzazione dei giacimenti di "bentonite" sul territorio nazionale 65
3.1.1.3 La qualità del materiale rinvenuto nel giacimento di "Monte Furros" 65
3.1.1.3.1 Caratteristiche delle bentoniti di "Monte Furros" 65
3.1.2 Il grado di copertura della domanda 66
3.1.2.1 La produzione globale di bentonite 66
3.1.2.2 La produzione nazionale di bentonite 70
3.1.2.3 La produzione di bentonite in Sardegna 74
3.1.2.4 Il mercato di riferimento e la sua evoluzione 76
3.1.2.5 Presupposti tecnico-economici dell'iniziativa e prospettive di mercato 77
3.1.3 Evoluzione qualitativa e quantitativa del rapporto domanda-offerta riferita alla presumibile vita tecnica ed economica dell'intervento 77
3.1.4 Stabilità dei fronti di scavo 78
3.1.4.1 Stratigrafia 78
3.1.4.2 Classificazione Geotecnica dei Materiali 79
3.1.4.3 Stabilità dei Fronti 79
3.1.4.4 Geometria del Fronte di Coltivazione 79
3.1.5 Piano di coltivazione e Attività necessarie alla realizzazione dell'opera in fase di allestimento di cantiere e di esercizio 80
3.1.5.1 Preparazione del cantiere 80
3.1.5.2 Fasi di coltivazione 81
3.1.5.2.1 Asportazione del terreno vegetale 81
3.1.5.2.2. Coltivazione in S.S. 81
3.1.5.2.3. Carico sgombero e trasporto 81

3.1.6 Caratteristiche fisiche e tecniche del progetto. aree occupate in fase di allestimento cantiere e di esercizio 81
3.1.6.1 Progetto di coltivazione 82
3.1.6.2 Caratteristiche dimensionali del progetto di coltivazione 82
3.1.6.3 Durata temporale della concessione mineraria 82
3.1.6.4 Suddivisione e descrizione dei lavori di coltivazione 83
3.1.6.5 Descrizione dei lavori di escavazione 83
3.1.6.5.1 Lotto 1 (0 ÷ 8,1 anni) 84
3.1.6.5.2 Lotto 2 (da 8,1 a 15,4 anni) 85
3.1.6.5.3 Lotto 3 (da 15,4 a 23 anni) 86
3.1.6.5.4 Localizzazione delle aree di deposito dei materiali estratti 87
3.1.6.6 Interventi di ripristino ambientale 88
3.1.6.7 Organizzazione del lavoro e personale impiegato 89
3.1.7. Criteri che hanno guidato le scelte in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e di lungo periodo, conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizîo e delle eventuali attività indotte 89

3.1.8. Analisi economica 90
3.1.8.1. Analisi dei centri di costo 90
3.1.8.2 Ammortamenti 91
3.1.8.3 Costi generali 91
3.1.8.4. Conto economico annuale 93
3.1.8.5 Analisi dei costi dei lavori di ripristino ambientale 94
3.1.9 Norme tecniche che regolano la realizzazione del progetto 95
3.1.9.1. La normativa nazionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere 95
3.1.9.2 La normativa regionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere 95
3.1.9.3 Le normative sui rifiuti 96
3.1.9.4 Le normative sull'inquinamento acustico 96
3.1.9.5 Le normative sulla tutela delle acque e dei suoli 96
3.1.9.6. Le normative sulla tutela dell'aria 97
3.1.9.7 Le normative sulla tutela della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro 97
3.1.9.8 La normativa antisismica 98
3.1.10. L'insieme dei condizionamenti e dei vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del progetto 98
3.1.10.1. Vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, storico - culturali, demaniali, idrogeologici, servitù ed altre limitazioni all'attività in progetto 98
3.1.11 Principali alternative prese in esame e motivazione tecnica della scelta progettuale adottata 98
3.1.11.1 Ipotesi 1: coltivazione in galleria 99
3.1.11.2 Ipotesi 2: coltivazione a cielo aperto con ripristino posticipato alla fine delle escavazioni 99
3.1.11.3 Comparazione tecnico - economica ed ambientale dei progetti in esame 100
3.1.12 Scelte di processo per gli impianti industriali, per la produzione di energia

elettrica e per lo smaltimento di rifiuti 100
3.1.13 Condizioni di utilizzazione di risorse naturali e di materie prime direttamente e indirettamente utilizzate o interessate nelle diverse fasi di realizzazione del progetto e di esercizio dell'opera 101
3.1.14 Quantità e caratteristiche degli scarichi idrici, dei rifiuti, delle emissioni in atmosfera, con riferimento alle diverse fasi di attuazione del progetto e di esercizio dell'opera 101
3.1.15 Eventuali misure di carattere gestionale da adottare per contenere gli impatti 101
3.1.15.1 Innaffiamento anti-polvere 101
3.1.15.2 Canalizzazione delle acque 101
3.1.15.3 Interventi anti-rumore 102
3.1.15.4 Viabilità e traffico 102
3.1.16 Interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente 102
3.1.17 Interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi introdotti sull'ambiente 102
3.1.17.1 Descrizione del progetto di ripristino 103
3.18 Considerazioni 106

4. Quadro Ambientale 107
4.1 Atmosfera 107
4.1.1 Inquadramento climatico 107
4.1.2 Temperature e precipitazioni 108
4.1.3 Nuvolosità 110
4.1.4 Ventosità 110
4.1.5 Umidità relativa 113
4.1.6 Pressione atmosferica 113
4.1.7 Classificazione climatica di Ozieri 113
4.1.8 Qualità dell'aria 114
4.2 Ambiente idrico 117
4.2.2 Acque sotterranee 121
4.2.2.1 Idrogeologia 121
4.2.2.2 Idrogeologia dell'area vasta 122
4.2.2.3 Manifestazioni sorgentizie 124
4.2.2.4 Manifestazioni termali 125
4.2.3 Caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque superficiali 126
4.3 Suolo e sottosuolo 128
4.3.1 Geologia dell'area del Goceano – Logudoro 128
4.3.2 Geologia e stratigrafia dell'area vasta 134
4.3.3 Geologia e stratigrafia del sito 135
4.3.4 Tettonica dell'area vasta 135
4.3.5 Sismicità 136
4.3.6 Geomorfologia 139
4.3.6.1 Geomorfologia dell'area vasta 139
4.3.6.2 Geomorfologia del sito 140
4.3.7 Pedologia 140
4.3.7.1 Pedologia del goceano 140

4.3.7.2 Pedologia dell'area vasta 142
4.3.7.3 Caratteristiche del suolo su cui insiste la concessione mineraria 145
4.4 Vegetazione, flora e fauna 146
4.4.1 L'ambiente vegetale 146
4.4.1.1 Analisi della vegetazione 147
4.4.2 L'ambiente faunistico 147
4.4.2.1 Analisi faunistica 147
4.5 Ecosistema 151
4.6 Salute pubblica 151
4.7 Rumore e vibrazioni 152
4.7.1 L'ambiente acustico dell'area vasta 157
4.7.2 Vibrazioni 159
4.8 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti 161
4.9 Paesaggio 163
4.10 Aree, componenti, fattori ambientali, loro relazioni ed eventuali criticità 164
4.11 Le risorse: usi plurimi, priorità ed usi potenziali coinvolti dalla realizzazione del progetto 165
4.12 Livelli di qualità preesistenti all'intervento 165
4.13 Stima qualitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale 165
4.13.1 Atmosfera 166
4.13.2 Ambiente idrico 166
4.13.3 Sottosuolo e suolo 167
4.13.4 Vegetazione e fauna 168
4.13.5 Ecosistema 169
4.13.6 Salute pubblica 170
4.13.7 Rumore e vibrazioni 171
4.13.8 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti 172
4.13.9 Paesaggio 172
4.14 Stima quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale 173
4.15 Azioni di monitoraggio 185
4.16 Sistemi d'intervento in caso di emergenze particolari 185
4.17 Conclusioni 186

Hanno collaborato alla redazione del seguente studio di impatto ambientale, per le loro competenze nelle parti specifiche, le seguenti figure professionali:

DOTT. ING. CHETI PIRA STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (S.I.A.)

FIRMA

_____

DOTT. GEOL. MANILA ARRIGO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (S.I.A.)

FIRMA

_____

DOTT. ING. CLAUDIA ZANDA PARTE GENERALE

FIRMA

_____

DOTT. AGR. ALVARO CAMPESI VEGETAZIONE, FAUNA E ECOSISTEMI

FIRMA

_____

Presentazione

Oggetto del presente lavoro interdisciplinare è lo studio di impatto ambientale del progetto di coltivazione di una miniera di bentonite sita in località "Monte Furros", presentato all'Assessorato dell'Industria della Regione Autonoma della Sardegna (R.A.S.) dalla società Minersarda S.p.A. (Villaspeciosa, CA) per ottenere la concessione mineraria denominata "Monte Furros", in agro del Comune di Ozieri (SS).

Il committente è **MINERSARDA S.P.A.**, costituita nel 1993 per scissione del ramo d'azienda di SVI.MI.SA. S.p.A. La totalità delle azioni appartiene alla Laviosa Chimica Mineraria S.p.A. con sede a Livorno, azienda di grande tradizione ed esperienza nel campo dei minerali industriali in Italia e all'estero. Minersarda S.p.A. trasforma nel suo stabilimento di Villaspeciosa (CA) i minerali sardi in prodotti finiti, imballati, pronti per il largo consumo, rappresentati da lettiere per piccoli animali domestici. La società è titolare di una concessione mineraria in territorio del Comune di Masullas (OR) e di svariati permessi di ricerca in Sardegna. Negli ultimi anni Minersarda S.p.A., oltre a portare avanti lavori di coltivazione nelle miniere in attività, ha svolto costantemente ricerche industriali finalizzate al miglioramento dei prodotti lavorati nello stabilimento di Villaspeciosa, a questi si accompagnano lavori di ricerca mineraria su tutto il territorio isolano, finalizzati al reperimento delle materie prime necessarie allo sviluppo ed ampliamento delle proprie attività. Nell'ambito dei lavori di ricerca si inserisce la richiesta di concessione nell'area di permesso di ricerca denominato "Monte Furros".

La Società è tecnicamente strutturata con periti minerari di pluriennale esperienza, laboratori tecnologici e di analisi. Dal punto di vista finanziario opera con capitali proprî (non ha debiti bancari), produce stabilmente da anni utili e dividendi.

1. Introduzione

Il presente S.I.A. (Studio di Impatto Ambientale) è redatto ai sensi della D.G.R. n. 24/ 23 del 23 aprile 2008, in sostituzione del D.G.R. n.5/11 del 15 febbraio 2005 al fine di rendere le procedure di valutazione d'impatto ambientale conformi ai dettami della parte II del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i..
Il progetto proposto si configura come Attività di coltivazione sulla terraferma delle sostanze minerali di miniera di cui all'art. 2, comma 2 del R.D. 29 luglio 1927, n. 1443 e pertanto ricade tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di valutazione di impatto ambientale regionale previste al punto 19) dell'allegato A1 della sopraccitata Deliberazione.
I contenuti della Premessa, secondo quando indicat dalla D.G.R. 24/23 sono:

- definizione del "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;
- individuazione dell'alternativa o opzione zero, rappresentata dall'evoluzione possibile dei sistemi ambientali in assenza dell'intervento. L'opzione zero deve essere necessariamente confrontata con le diverse ipotesi di realizzazione dell'opera stessa;
- illustrazione delle motivazioni e giustificazioni di carattere economico, sociale, ambientale alla base della proposta progettuale che determina la trasformazione, attraverso il confronto di quest'ultima con il momento zero e, quindi, dell'opzione zero con la realizzazione dell'opera;
- indicazione dell'ambito territoriale interessato (sito e area vasta) e dei sistemi ambientali interessati dal progetto, entro cui possono prodursi gli impatti diretti e indiretti;
- dovranno essere analizzati i necessari collegamenti dell'intervento o dell'opera con le reti infrastrutturali del territorio e dovrà essere valutata la capacità di queste a soddisfare le nuove esigenze indotte dall'intervento proposto. In particolare dovranno essere valutati e misurati i consumi di tutte le risorse necessarie, con particolare riferimento a quelle non rinnovabili;
- indicazione dei limiti operativi spaziali e temporali relativi alle fasi di costruzione, esercizio e eventuale smantellamento dell'opera o impianto;
- criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile, in relazione ai vantaggi per la mitigazione degli impatti, la minimizzazione dell'impiego di risorse e la produzione di residui di processo solidi, liquidi e gassosi;
- l'analisi costi-benefici relativa alle varie opzioni;
- indicazione delle possibili alternative di sito/localizzazione o di tipo tecnologico, ed analisi ambientale, progettuale e socio-economica alla base della formulazione delle stesse.

1.1 Inquadramento cartografico

Il repertorio cartografico inerente il sito minerario comprende:
- Foglio 460 Sez. II (Chilivani) della carta dell'I.G.M. in scala 1:25.000;
- Foglio 460 n. 110 e n.150 del CTR numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000;
- Carta geologica 1:100.000 Foglio 194 "Ozieri".

1.2 Inquadramento amministrativo

L'area sulla quale è stata richiesta la concessione si trova nel Comune di Ozieri, immediatamente a NW della località "Domo Sant'Antiogu"; Il Comune appartiene alla regione geografica del Montacuto ed è considerato il cuore del Logudoro.
La cittadina di Ozieri sorge a circa 390 m di altitudine situata su un terreno in forte pendio con una caratteristica disposizione ad anfiteatro aperto a NW verso la Piana di Oschiri. La popolazione si aggira intorno a 11.297 abitanti (fonte: censimento ISTAT 2004) mentre il territorio comunale si estende per 257,30 km^2 per una densità di popolazione pari a 43,9 ab/ km^2.

1.3 Descrizione del momento "zero"

Il "momento zero" è inteso come condizione temporale di partenza dei sistemi ambientale, infrastrutturale, insediativo, economico e sociale sulla quale si innestano i successivi eventi di trasformazione e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera. La definizione di tali sistemi sarà portata avanti con l'indicazione dell'ambito territoriale interessato (sito e area asta) e dei sistemi ambientali interessati dal progetto.
L'area vasta non è stata definita rigidamente (scala provinciale o sub-provinciale), sono sono state invece determinate diverse aree soggette all'influenza potenziale derivante dalla realizzazione del progetto, con un procedimento di individuazione dell'estensione territoriale all'interno della quale verranno successivamente analizzate le diverse componenti ambientali di interesse (scala locale).

1.3.1 Sistema ambientale

Nei paragrafi successivi verrà descritto lo stato attuale del sistema ambientale, del sito e dell'area vasta di riferimento, in tutti i suoi elementi costitutivi.

1.3.1.1 Paesaggio

Lo scenario geografico in cui s'inserisce il sito minerario oggetto di studio è quello di pianura e collina, con insediamenti abitativi legati all'attività agricola e pastorale. Il territorio presenta una morfologia collinare, la quota maggiore (488 m slm) si ha in corrispondenza del vertice "A", Monte Pittu.
L'area è situata ai piedi di un gradino morfologico culminante a NW con Monte Pittu, a una quota di 488 m s.l.m. e a SW con Monte Cheja a una quota di 407 m s.l.m. La parte pianeggiante, ai piedi del gradino morfologico, forma un'ampia conca leggermente degradante verso Est con pendenze assimilabili ad un penepiano con quote variabili tra i 300 m s.l.m. e i 315 m s.l.m. nella parte settentrionale.
L'area vasta, all'interno della quale si colloca l'intervento in oggetto, comprende due sub-regioni caratterizzate, la prima, dal massiccio granitico del Limbara nell'entroterra della Gallura e la seconda, di costituzione geologica più varia, localizzata più a Sud nella piana di Ozieri, che comprende al suo interno l'area dell'invaso artificiale del Coghinas. Il massiccio del Limbara costituisce senz'altro l'elemento fisico dominante del distretto. Esso è il secondo rilievo della Sardegna per le altime espresse dalle sue vette che delineano un profilo frastagliato tipico nel paesaggio gallurese. Le cime principali, Punta Balistreri, Punta Giugantinu, Punta Bandiera e Monte la Pira, allineate in direzione SN-E secondo le principali direttrici strutturali della regione, risaltano come emergenze rocciose spoglie ed estremamente fratturate. Il complesso granitico ha una composizione prevalente leucogranitica, facies che persiste in affioramento anche più a Sud, presso il limite meridionale del distretto, in corrispondenza dei rilievi di Punta Pedrosa, di Monte Ruiu fino a Monte Figos ma in questa regione i profili sono più regolari e le vette arrotondate. A Nord del Limbara si estende un ampio penepiano roccioso debolmente ondulato con quote raramente superiori ai 500 m di costituzione monzogranitica, solcato da valli poco profonde e ad andamento sinuoso che convergono ad alimentare il bacino del Liscia, localizzato poco fuori del distretto. L'altopiano è racchiuso a Nord dai rilievi dell'alta Gallura ed è caratterizzato, in questo settore, dalla presenza di rilievi isolati, bellissimi esempi di *inselberg* come il Monte Pulchiana, che si elevano massicci e privi di vegetazione dal livello di base del penepiano. La continuità degli affioramenti granitici si interrompe nel settore Nord occidentale ad Est di Viddalba e presso l'area collinare di Monte Altana e Monte Spina. Il contatto racchiude con un limite circolare "La Piana dei Grandi Sassi" a Nord di Aggius, importante geosito situato in località Pedra Giuchessa.
A Sud dell'invaso del Coghinas si estende la Piana di Oschiri–Chilivani che si sviluppa sulle formazioni sedimentarie terziarie prevalentemente marnose e sulle vulcaniti antiche del ciclo calco-alcalino. Più a Est, in prossimità della soglia dei Monti Mugone e Alvo la piana si chiude e riaffiora il basamento cristallino con forme collinari morbide ed ampie e spianate di raccordo tra i versanti poco acclivi. Questo paesaggio si apre a Sud di Oschiri in un corridoio sub-pianeggiante posto ad un livello altimco sopra i 200 m di costituzione sedimentaria, movimentato da rilievi vulcanici a profilo tabulare, come Monte Cuccu e Pedra Maiore dalle particolari forme ad *amba*.

La vegetazione boschiva è confinata principalmente lungo le sponde fluviali come vegetazione residuale ripariale o si estende sui versanti dove costituisce nuclei boscati che interrompono la continuità dei pascoli e dei campi cespugliati.
Le aree pianeggianti individuano lo spazio dedicato all'uso agropastorale individuato dall'antico graticcio dei muretti a secco, spazio sovente sottratto alle paludi ed agli acquitrinî il cui ricordo permane nei toponimi caratterizzati dal termine "*paule*" o "*pischina*". Le bonifiche hanno ridisegnato le geome naturali del paesaggio idrografico rettificando l'assetto meandriforme di numerosi corsi d'acqua ed hanno innestato una nuova complessa rete di canali artificiali.
I mutamenti della rete idrografica si sono ripercossi sul paesaggio vegetale, le specie spontanee palustri e ripariali sono state sostituite con specie d'interesse economico.
Il paesaggio antropico è segnato dalla mole delle strutture relitte dei nuraghi affiancate, in tempi più recenti, da costruzioni rurali enucleate, punti di appoggio delle attività agropastorali, alle quali fanno da contrappunto le abitazioni nucleate del paese in via di espansione. Completa il quadro il denso reticolo della rete di comunicazione stradale costituita in gran parte dal fitto intreccio delle vie di penetrazione agraria.

1.3.1.2 Orografia

L'intervento si inserisce in una regione in parte collinare, specie intorno all'abitato di Ozieri, ma che poi si apre nella vasta e fertile piana attraversata dal Rio Mannu e dai suoi affluenti, che gettano le loro acque nel Lago del Coghinas. Il territorio di pertinenza di Ozieri si estende poi ancora verso Nord, sino a comprendere una buona parte del Monte Sassu, la cui cresta più alta supera i 600 m.
L'analisi altimetrica dell'area vasta, condotta sulla base di intervalli di cento m, registra una quota minima di 1 metro s.l.m., una massima di 1.361 m s.l.m. ed una quota media ponderata di 393 m s.l.m.
Il territorio del distretto si estende costantemente sopra la fascia altimca dei 100 m ed il suo assetto è condizionato dalla presenza di due ampie aree pianeggianti poste a livelli altimci differenti: la Piana di Oschiri-Ozieri che si estende tra i 200 e i 300 m (27% circa del territorio) ed il Penepiano a Nord di Tempio Pausania e Aggius che ai estende tra i 400 ed i 500 m (circa il 17% della superficie del distretto). Il 14% del territorio è compreso sopra la soglia dei 600 m in ambito montano, connesso al massiccio del Limbara.
L'analisi delle acclività evidenzia che il 54% dell'area del distretto è contenuta entro i limiti della soglia di pendenza del 20% confermando quanto evidenziato precedentemente circa la conformazione da pianeggiante a sub-pianeggiante del territorio. Il 37% del territorio mostra, al contrario, un'accentuata accidentalità con una variazione delle pendenze compresa tra il 30 e il 50% e con un massimo di incidenza nella classe del 30-40%, che risponde alla forte irregolarità del rilievo in corrispondenza del Limbara.
L'analisi delle esposizioni, dettagliata per fasce altimche di 400 m, mette in luce una leggera preminenza delle esposizioni NO-SE sulle altre.

1.3.1.3 Geologia

La geologia dell'area nella quale ricade la concessione s'inserisce nel quadro più generale dei depositi vulcanici associati al rift terziario che attraversa tutta la Sardegna con asse N-S, Fig. 1.3.1.3/A. In tale figura sono rapresentati: (1) Depositi recenti ed attuali, (2) coperture vulcaniche anorogeniche pliopleistoceniche; 3-5 unità oligo-mioceniche del Rift sardo; (3) sedimenti prevalentemente marini della seconda fase di Rift (Miocene medio e sup).; (4) flussi pomiceo-cineritici (a), unità sedimentarie della prima fase di Rift (b), sequenze andesitiche (c) e ignimbriti lapidee (d); (5) andesiti precedenti la trasgressione marina miocenica (Oligocene); (6) basamento paleozoico indifferenziato e coperture mesozoiche e paleogeniche; (7) faglie.
La depressione è delimitata ad Est dall'horst paleozoico che si estende dalla Gallura al Sarrabus e ad Ovest da un horst più frammentato, parte del quale risulta ancora sommerso al largo della costa occidentale della Sardegna che affiora in tre blocchi: la Nurra a Nord, costituita da un basamento paleozoico con la sua copertura mesozoica, l'Isola di Mal di Ventre nella parte centrale e a Sud l'Inglesiente-Sulcis costituiti da graniti e sedimenti Paleozoici.

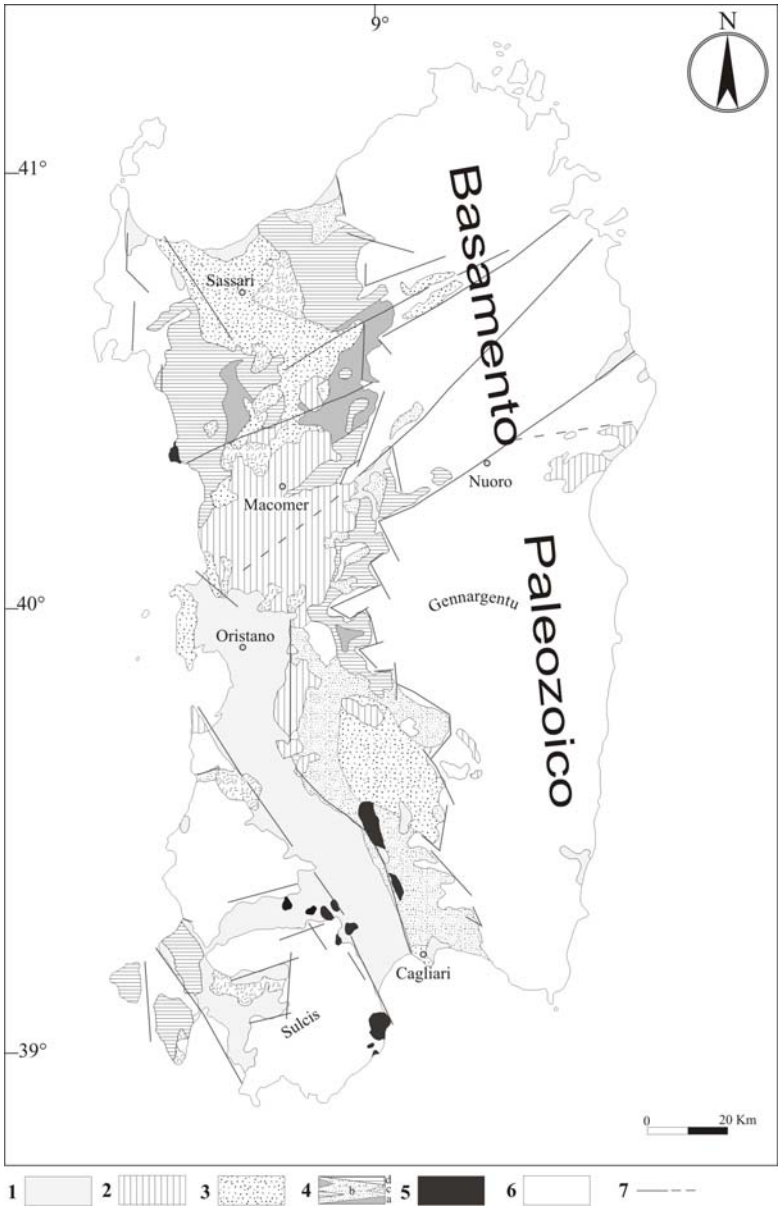


Fig. 1.3.1.3/A: schema geologico semplificato del Rift sardo (da Sau, 2000).

La geologia dell'area vasta è prevalentemente paleozoica: una sequenza vulcano-sedimentaria permiana ricopre i terreni paleozoici e depositi detritici quaternari delimitano ad Ovest il corpo intrusivo suddetto.
La sequenza stratigrafica dell'area è chiusa dai depositi alluvionali del fiume Coghinas, da sabbie litorali e localizzati depositi pluvio-colluviali e di versante. Le alluvioni del Coghinas sono presenti con continuità tra i rilievi di Badesi-La Tozza-Monte Ruiu-Monte Vignola e la linea di costa. Lungo la fascia costiera i depositi francamente alluvionali lasciano il posto ad eolianiti e sabbie litorali. I depositi eluvio-colluviali, prodotti dal disfacimento delle litologie presenti nell'area, localmente pedogenizzati, rivestono, con sottili spessori i versanti e localmente lasciano il posto a detrito di versante.
La porzione Sud-Occidentale dell'area vasta è invece prevalentemente terziaria. Il potente complesso vulcanico oligo-miocenico, che occupa quasi interamente e senza soluzione di continuità il settore centrale, costituisce il substrato della regione e poggia in parte sulla piattaforma carbonatica mesozoica della Nurra, ribassata di circa 2000 m dal sistema di faglie che ha dato origine alla "Fossa Sarda", ed in parte sul basamento cristallino paleozoico. Il Complesso vulcanico Oligo-Miocenico è

stato ricoperto dalla "Serie sedimentaria miocenica", un complesso lacustre di transizione ai depositi marini calcareo-arenacei e marnoso-arenacei. Infine, i prodotti del vulcanismo plio-quaternario e i depositi detritici quaternari si trovano in corrispondenza delle incisioni vallive ed in prossimità dei corsi d'acqua

- Tettonica

La lunga storia degli eventi deformativi instauratisi nel bacino del Fiume Coghinas prende avvio sin dal Paleozoico e si protrae sino al Terziario. Le prime tracce di eventi geodinamici risalgono alla strutturazione della catena ercinica riassumibili, per la zona in oggetto, in tre fasi:
prima, deducibile esclusivamente da osservazioni al microscopio ed è rappresentata da *inclusion trails* all'interno di plagioclasio, granato e staurolite;
seconda, alla si deve la generazione di pieghe isoclinali con associata scistosità di piano assiale pervasiva;
terza, alla è associata a pieghe mesoscopiche, sovente asimmche, con piano assiale ad inclinazione variabile e ad assi orientati in un intervallo compreso tra N120E e N180E con immersione verso i quadranti occidentali.
Le tracce dei movimenti tettonici della fine Cretaceo inferiore sono visibili solo nel distretto della Nurra, pertanto, le successive fasi tettoniche sono rappresentate da strutture trascorrenti caratterizzate da due principali sistemi di faglie ai quali localmente si associano strutture transpressive e bacini di *pull apart* ascrivibili al Terziario. Il primo sistema è diretto NE-SW con rigetti sinistri, mentre il secondo è diretto EW con rigetti destri. Il bacino di Chilivani-Berchidda, alle spalle del Lago del Coghinas, mostra un *pattern* di strutture (pieghe, faglie sinsedimentarie dirette, faglie trascorrenti inverse e dirette) coerenti con un regime trascorrente sinistro. Il Bacino è colmato da depositi vulcano-sedimentarî sintettonici di età compresa tra l'Oligocene medio-sup. e l'Aquitaniano.
Con il Burdigaliano cambia lo stile deformativo che da trascorrente diviene distensivo in seguito all'apertura della Fossa Sarda. I bordi del *graben* sono marcati da lineazioni tettoniche di direzione variabile da N-S a NW-SE a N-SW. La distinzione tra le strutture trascorrenti oligo - aquitaniane ed i depositi associati dalle strutture distensive ed i relativi sedimenti è facilitata dal fatto che le faglie dei due eventi hanno direzioni fortemente differenti (E-W la prima fase, NNW – SSE la seconda).

1.3.1.4 Idrografia

La rete idrografica che attraversa la località di Monte Furros appartiene all'Unità Idrografica Omogenea del Coghinas (U.I.O), che consta di 11 corsi d'acqua di II ordine tra i quali ve ne sono alcuni di notevole importanza come il Riu Mannu di Oschiri (57,39 km), il Riu Mannu di Berchidda (39,85 km) ed il Riu Su Rizzolu (22,86 km). Il Fiume Coghinas trae origine dalla catena del Margine e sfocia nella parte orientale del Golfo dell'Asinara dopo un percorso di circa 115 km.
I laghi della U.I.O., tutti artificiali, hanno una notevole importanza per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico, in particolare per la sua capacità d'invaso si segnala il lago del Coghinas a Muzzone. Sul corso del Mannu di Pattada, nome che prende il Mannu di Oschiri nel suo tratto più a monte, è stato invece realizzato l'invaso del Mannu di Pattada a Monte Lerno, mentre sul Mannu di Mores, nome che prende il Riu Mannu di Oschiri nel suo tratto di monte, è stato realizzato l'invaso del Mannu di Mores a Ponti Valenti.
L' U.I.O.del Fiume Coghinas comprende 32 Comuni il più popoloso dei quali è Ozieri (11.324 abitanti nel 2001), seguito da Castelsardo (5405 ab.), Ploaghe (4804 ab.) e Buddusò (4136 ab.).
Il suo spartiacque confina a NE con quello del Fiume Liscia, ad Est con il Fiume Padrogiano, a SE con il Fiume Posada, a Sud con il Fiume Tirso, a SW con il Fiume Temo ed infine ad Ovest con il Rio Mannu di Porto Torres. Il tratto costiero è piuttosto ristretto, infatti ammonta a circa 35 km di litorale.
Il bacino idrografico, Fig. 1.3.1.4/A**,** si estende su una superficie di 2.551 km^2 ed è delimitato a sud dalle catene del Marghine e del Goceano, ad Est dai Monti di Alà e dal M. Limbara, ad Ovest dal gruppo montuoso dell'Anglona e a Nord dal Golfo dell'Asinara.

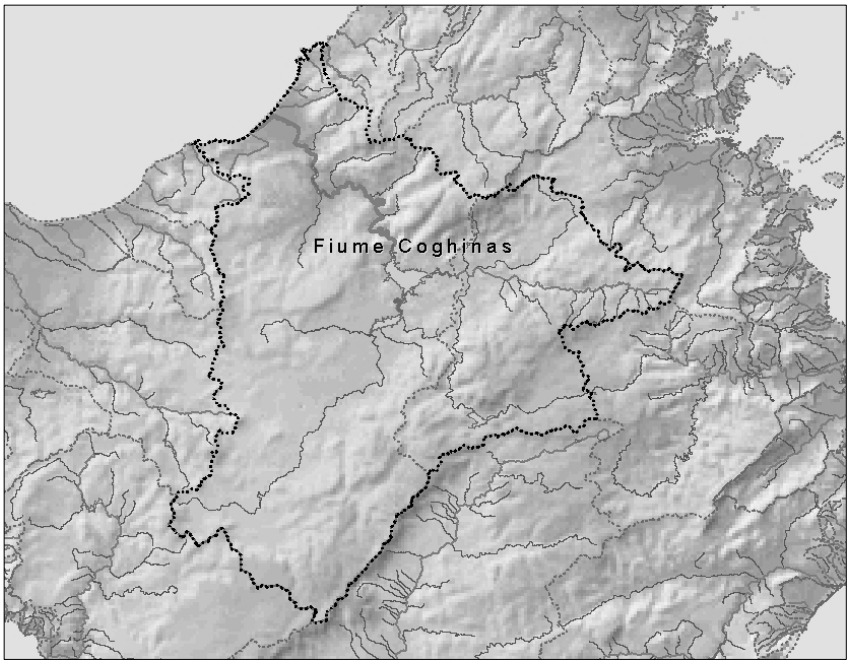


Fig. 1.3.1.4/A: Unità Idrografica Omogenea del Fiume Coghinas. Regione Sardegna, Piano di Tutela delle Acque.

La U.I.O. del fiume Coghinas ha un'estensione di circa 2551 km^2 ed è delimitata a Sud dalle catene del Marghine e del Goceano, ad Est dai Monti di Alà e dal Monte Limbara, ad Ovest dal gruppo montuoso dell'Anglona e a Nord dal Golfo dell'Asinara.
Il bacino più importante è quello del Coghinas, che prende il nome dal fiume principale, ed è caratterizzato da un'intensa idrografia con sviluppo molto articolato dovuto alle varie tipologie rocciose attraversate. I sottobacini drenanti i versanti occidentali hanno una rete idrografica piuttosto lineare, mantenendosi inizialmente paralleli alla linea di costa per poi richiudersi nel Rio Giabbaduras che corre parallelo alla linea di costa. I corsi d'acqua drenanti le pendici montuose ad Est si mantengono paralleli alla linea di costa andando a gettarsi direttamente nel Fiume Coghinas. Gli affluenti intestati sulle pendici meridionali sono caratterizzati dapprima da aste fluviali ad andamento lineare ortogonale alla linea di costa per poi ripiegare quasi bruscamente nella piana ad angolo retto.
Il Fiume Coghinas trae origine dalla catena del Marghine col nome di Rio Mannu di Ozieri e sfocia nella parte orientale del Golfo dell'Asinara dopo un percorso di circa 115 km. Nel tratto a monte del lago formato dallo sbarramento di Muzzone, in cui è denominato Rio Mannu di Ozieri, confluiscono:
– Rio Badde Pedrosu (73 km^2).
– Rio Buttule (192 km^2), formato dal Rio Badu Ladu e dal Rio Boletto.
– Rio su Rizzolu (101 km^2).

Nel lago stesso confluiscono direttamente i due maggiori affluenti: Rio Mannu di Berchidda e Rio di Oschiri.
Il Rio Mannu di Berchidda, il cui bacino ha un'estensione di 433 km^2 e che ha nel Rio Pedrosu il suo maggior affluente, ha origine nel versante meridionale del Massiccio del Limbara. Il Rio di Oschiri, il cui bacino ha un'estensione di 719 km^2, ha origine presso Buddusò.
Dopo lo sbarramento di Muzzone il fiume Coghinas riceve sulla sua sinistra orografica il Rio Giobaduras (280 km^2) formato dai due rami del Rio Anzos e del Rio Altana, e sulla sua destra i1 Rio Badu Mesina, il Rio Puddina, il Rio Gazzini ed il Rio Badu Crabili.
Lungo il suo corso il Fiume Coghinas è regolamentato da due dighe di rilevante importanza: la diga del Muzzone e la diga di Casteldoria, che originano, rispettivamente, gli invasi del Coghinas a Muzzone e del Coghinas a Castel Doria. Tra questi, particolarmente rilevante dal punto di vista della quantità d'acqua invasabile è il primo, gestito dall'Enel. È tra gli invasi più grandi dell'isola con capacità di accumulo di circa 240 milioni di m cubi. L'impianto idroelettrico è sistemato in caverna ed

ha una potenza installata di 27.000 kW.
Il bacino si estende dal mare alle zone interne dell'isola con quote che variano tra 0 e 1323 m s.l.m., con una quota media di 439 m. Il regime pluviomco è marittimo con un minimo tra luglio e agosto e un massimo tra dicembre e gennaio.

- Pluviometria e Termometria

I valori degli afflussi meteorici vengono rilevati alle stazioni di Ardara, Ozieri, Perfugas e Ozieri, mentre per le termome si fa ricorso alla sola stazione di Ozieri.
Nel bacino idrografico del Fiume Coghinas il massimo ed il minimo delle precipitazioni si verificano rispettivamente nei mesi di Novembre-Dicembre e Luglio. L'andamento delle temperature è inversamente proporzionale alla piovosità, pertanto l'acme termico si raggiunge nei mesi di Luglio e Agosto, mentre il minimo si verifica a Gennaio.
La Tabella 1.3.1.4/B ed i grafici in Fig. 1.3.1.4/C e 1.3.1.4/D forniscono un quadro esaustivo delle variazioni termopluviomche nel bacino idrografico del Fiume Coghinas.

Stazione		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale
Ardara 297 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	68,8	73,7	61,8	56,5	44,6	17,7	6	9	35,9	69,6	89,6	85,8	619
	Dev. Standar	39,9	48,4	37,8	42,3	34	17,3	12,1	13,8	30,6	48,3	47,6	51,3	137,4
Ozieri 390 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	67,3	64,2	62,2	59,2	50,1	26,7	12,1	20,1	48,9	71,9	83,9	86,6	653,4
	Dev. Standard	37,6	42,7	35,4	33,8	37,2	31,2	25,2	23,3	39,1	48,2	47,3	45,4	140,7
Perfugas 91 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	73	75,9	57,4	57,2	40,6	18,6	4,6	13,8	37	73,6	86,8	85,1	623,8
	Dev. Standard	49,3	49,6	39,5	40,6	30,5	18,6	10,4	22,7	35,3	50	61,5	47	154,9
Ploaghe 420 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	91,8	92	72,5	62,6	49,1	24	8,3	12,6	50,9	88,3	105,3	113,4	770,8
	Dev. Standard	65,5	80,6	45,8	40,1	44	33,6	18,4	18,8	44,9	69,3	62,6	63,6	205,1

Tabella 1.3.1.4/B: altezze pioggia (mm) medie mensili anni 1922-1992 nell'U.I.O Coghinas

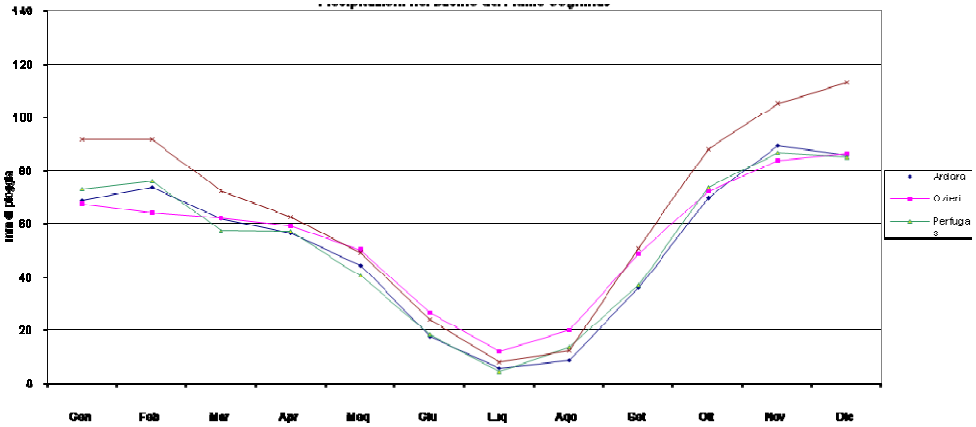


Fig. 1.3.1.4/C: precipitazioni nell'U.I.O Coghinas

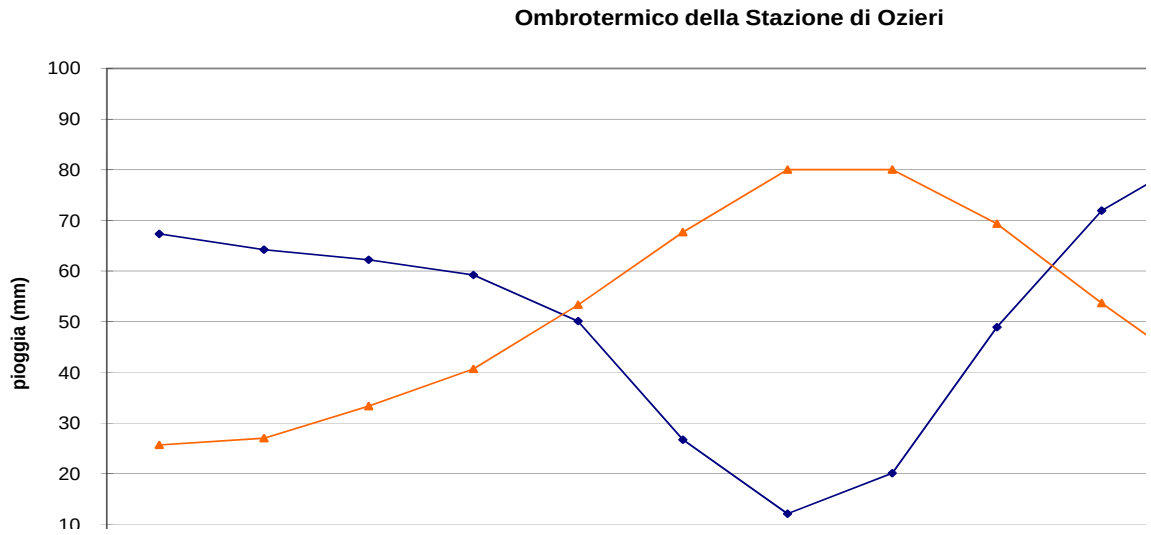


Fig. 1.3.1.4/D: precipitazioni nell'U.I.O Coghinas

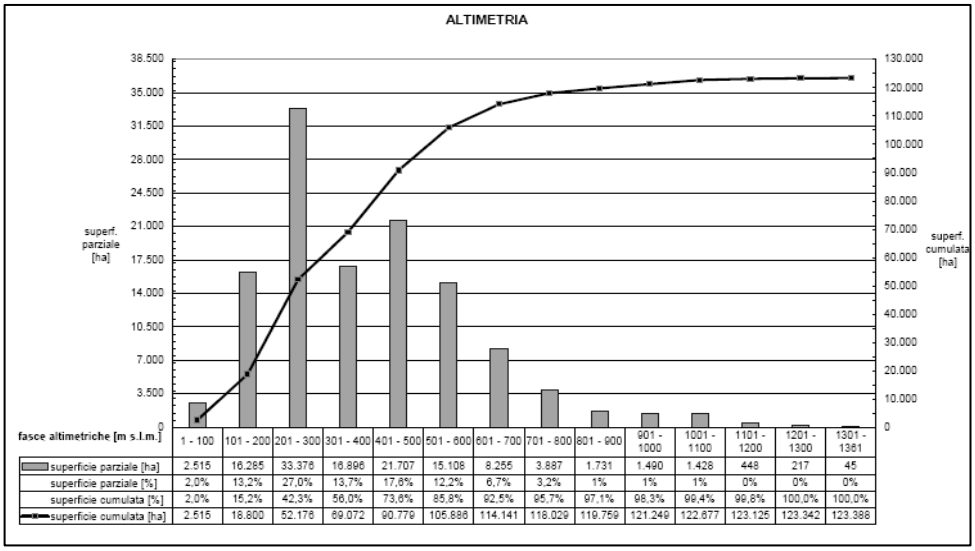
1.3.1.5 Idrogeologia

Il bacino è costituito da sei unità idrogeologiche fra le quali prevalgono gli Acquiferi delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale e l' Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese.
In misura minore sono presenti l'Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro, l'Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale, l'Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri e l'Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Valledoria.
Mediamente si riscontrano valori medio-bassi di permeabilità degli acquiferi, eccezionalmente e localmente si registrano valori medio alti, ove compaiono livelli a matrice grossolana (es: l'Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Valledoria) o nei sistemi a fratturazione marcata (es: Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale

1.3.1.6 Geomorfologia

Una delle caratteristiche fondamentali del paesaggio è l'assenza di grandi piane alluvionali. L'unica presente si estende parallelamente al Rio Mannu di Ozieri-Coghinas dove i depositi alluvionali sono frammisti a depositi fluviali, eolici e colluviali di varia età. Nei calcari miocenici una forma molto diffusa è rappresentata dalle *cuestas* e dalle *mesas*. È da sottolineare come l'uomo abbia sempre destinato queste superfici ad un uso agricolo intensivo, spesso ampliando le aree coltivabili mediante il lavoro di più generazioni. Così, fino a tempi recenti, le piccole piane tra i singoli gradoni o le aree colluviali tra i versanti principali, sono stati destinati alla cerealicoltura, alle colture ortive, dove possibile irrigue, alle colture arboree tra cui fondamentali vite ed olivo.
I paesaggi interessati dalla presenza delle formazioni metamorfiche paleozoiche sono caratterizzati da una successione di rilievi dalle forme generalmente dolci ed arrotondate fortemente incise da un fitto reticolo idrografico. Questi rilievi sono, o sono stati in un recente passato, soggetti a intensi processi erosivi (causati o accelerati dal sovrapascolamento, da incendi ripetuti, da interventi di miglioramento dei pascoli, disboscamenti o rimboschimenti) che hanno asportato ingenti volumi di suolo. Questa perdita è tanto più significativa se si considera che su questi paesaggi la velocità di alterazione del substrato e quindi dell'insieme dei processi pedogenetici è molto più lenta rispetto a quella osservabile per esempio nei paesaggi dei calcari mesozoici o in quelli delle rocce effusive acide.
Inoltre, dove prevalgono litotipi ricchi in quarzo o filoni di quarzo o ricchi in minerali difficilmente alterabili, le forme diventano aspre ed accidentate con presenza diffusa di roccia affiorante, in plaghe di varia ampiezza, in ammassi isolati o lungo gli affioramenti dei filoni.

Il paesaggio dei graniti paleozoici, è caratterizzato da una molteplicità di forme. Si passa infatti dalle citate piane interne dove prevalgono superfici dalle morfologie debolmente ondulate, interrotte da depositi alluvionali di varia età, a forme collinari che, come nelle metamorfiti a causa di filoni di quarzo o di litotipi più ricchi in quarzo, diventano aspre ed accidentate.
Elemento caratterizzante di questi paesaggi è la presenza in qualsiasi situazione altimetrica di aree mai di ampiezza elevata, Fig. 1.3.1.6/A, dove particolari condizioni micromorfologiche o la presenza di varietà di graniti più alterabili, hanno permesso lo sviluppo di suoli di notevole potenza destinati da sempre ad un uso agricolo più intensivo rispetto al restante territorio. I suoli prevalenti in questo paesaggi granitici sono suoli a minimo spessore sempre associati a elevata pietrosità superficiale e alla roccia affiorante. Quest'ultima è spesso concentrata in grandi ammassi. Gli elementi atmosferici hanno modellato questi massi, i tafoni, dando origine talvolta a strutture di notevole valenza paesaggistica.



fasce altimetriche [m s.l.m.]	1 - 100	101 - 200	201 - 300	301 - 400	401 - 500	501 - 600	601 - 700	701 - 800	801 - 900	901 - 1000	1001 - 1100	1101 - 1200	1201 - 1300	1301 - 1361
superficie parziale [ha]	2.515	16.285	33.376	16.896	21.707	15.108	8.255	3.887	1.731	1.490	1.428	448	217	45
superficie parziale [%]	2,0%	13,2%	27,0%	13,7%	17,6%	12,2%	6,7%	3,2%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
superficie cumulata [%]	2,0%	15,2%	42,3%	56,0%	73,6%	85,8%	92,5%	95,7%	97,1%	98,3%	99,4%	99,8%	100,0%	100,0%
superficie cumulata [ha]	2.515	18.800	52.176	69.072	90.779	105.886	114.141	118.029	119.759	121.249	122.677	123.125	123.342	123.388

Fig. 1.3.1.6/A: Altimetriaa dell'ambito territoriale di riferimento (area vasta)

1.3.1.7 Manifestazioni sorgentizie

Nonostante la presenza di numerosissime scaturigini la quantità d'acqua che queste forniscono è scarsa e per gran parte di esse è influenzata dagli afflussi meteorici. Tuttavia esistono sorgenti che per le loro caratteristiche chimiche presentano un buon interesse commerciale , come Santa Lucia di Bonorva e la Fonte Rinaggiu di Tempio. La sorgente più copiosa del bacino del Coghinas è Sa Ena Manna (20,35 l/s) seguita da quella di, Cabu Abbas (9,30 l/s), da Regos 'e Filigone (6,0 l/s), Su Coloni (4,90 l/s), Funtana Nuraghe (4,11 l/s) e Sa Cherra (4,0 l/s). La Tabella 1.3.1.7/A ed il grafico in Fig. 1.3.1.7/B rendono conto delle principali scaturigini presenti nel bacino del Fiume Coghinas.

Bacino	Sorgente	Portata (l/sec)
Riu Mannu di Ozieri	Cabu Abbas	9,30
	Funtana Nuraghe	4,11
	Funtana Majore	2,90
	Binza De Cantaro	1,11
	Funtana Donna Antioga	0,83
	Funtana Riu Ena	0,70
	Funtana su Cantaru 'e Rebeccu	0,67
	Funtana Frailes	0,67
	Funtana 'e Giave	0,50

Tabella 1.3.1.7/A: principali manifestazioni sorgentizie presenti nell'U.I.O Coghinas

Riu Butule	Buttivurru	2,0
	Su Cantaru De Muronari	1,67
	Funtana Alipeddes	0,75
	Luchenes	0,58
Riu Su Rizzolu	Regos e Filigone	6,0
	Funtana Pentuma	1,43
	Conzados Bezzo	1,41
	Funtana Padru	0,70
Riu di Monte Nieddu	Sa Cherra	4,0
	Càlches	1,0
	Funtana Sa Idda	0,89
	Crepos	0,67
	Binza e Cheja	0,50
Riu Rizzolu	Su Cantaro Laros 'e Pala De Figu	0,75
Riu S'Ena	Funtana Sant'Ambrogio 'e Sos Arestes	0,31
Riu Molimi	Funtana Nurchetta	0,44
Riu Mannu di Pattada	Funtana Su Trainu 'e S'Ena	1,39
Riu Fustes Alvos	Cantaru de Sa Frina	0,82
	Badu Funtana	0,63
	Ena de S'Abba	0,61
	Sa Pedrosa	0,50
	Funtana Marini	0,48
	Badde Conca	0,42
Riu di Berchidda	Funtana de Su Pridiru	1,50
	Cuccuru Edre	1,0
	Funtana Manna	0,80
	Sas Luzzanas	0,61
Riu Su Rizzolu de Curadore	Lu Pulcili I	2,18
	Framigheddu I	1,35
	Lu Pulcili II	0,97
	Framigheddu II	0,41
	Su Jali Fiaccato	1,32
	Sa Tuva	0,73
	Sa Pitraja	0,72
	Minda dell'Alzitetti	0,68
	Alzilonghi	0,63
	S'Ampulla	0,62
Riu Altana	Sa Ena Manna	20,35
	Su Coloni	4,90
	Fonte Niedda	1,25
	Sorgente Acquedotto di Perfugas	1,25
	Funtana Altea	1,13
	Funtana Ispada	1,1
	Funtana Pedrosa	1,1
	Funtana Noa	1,1
	Funtana Iscarmeddu	1,10

Tabella 1.3.1.7/A: principali manifestazioni sorgentizie presenti nell'U.I.O Coghinas (segue)

Riu Altana	Funtana Su Sartu	0,93
	Sorgente Ponte Fioru	0,90
	Sorgente Acquedotto Martis	0,85
	Funtana Mureddu	0,83
	Sorgente Acquedotto Laerru	0,77
	Sorgente Rosa	0,61
	Funtana Putida	0,50
	Funtana Santa Giusta	0,50
	Funtana Binza 'e Maniga,	0,40

Tabella 1.3.1.7/A: principali manifestazioni sorgentizie presenti nell'U.I.O Coghinas (segue)

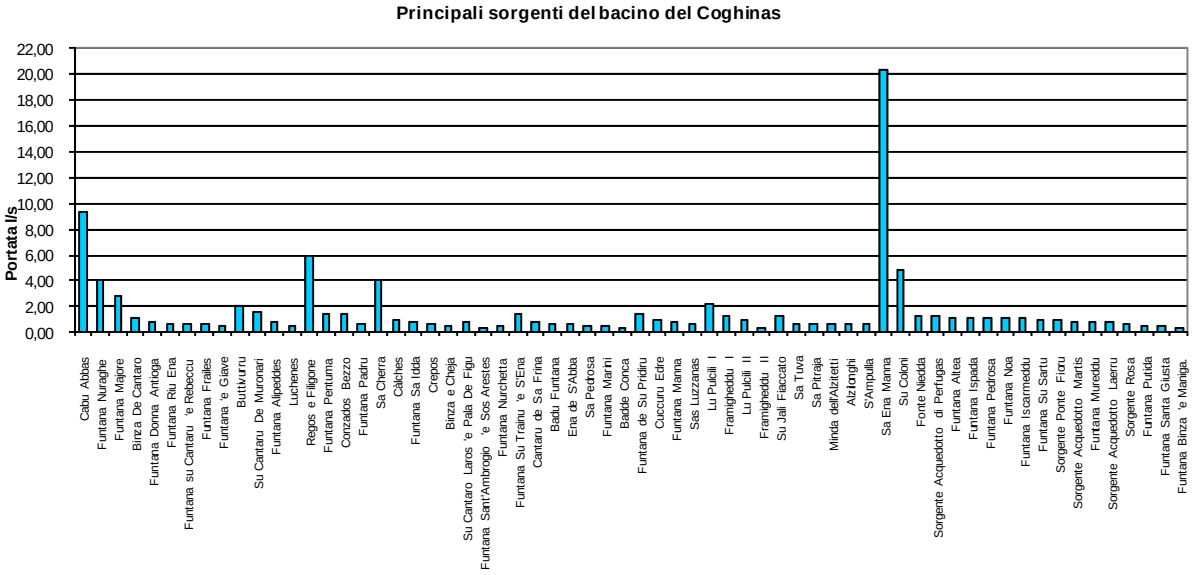


Fig. 1.3.1.7/B: istogramma delle portate misurate nelle sorgenti presenti nell'U.I.O Coghinas

1.3.1.8 Manifestazioni termali

Tra le emergenze termali è stata inserita la sorgente di Santa Lucia di Bonorva; benché la temperatura rilevata sia di soli 20°C, il chimismo dell'acqua evidenzia una notevole presenza di silice e di tritio che fanno sospettare, come per le sorgenti di San Martino (Ploaghe), alle quali la accomuna un chimismo a bicarbonati alcalini ed elevati tenori di anidride carbonica libera, un'origine profonda e lunghi tempi di circolazione.
La portata della sorgente di Santa Lucia, conosciuta anche come Acqua Sansa, ha una portata di poco maggiore a 0,10 1/sec, ma è già da tempo commercializzata e molto apprezzata come acqua da tavola.
Nel bacino del Fiume Coghinas, allo sbocco nella piana di Valledoria sulla sponda sinistra del corso d'acqua, si ha la risalienza, in vari punti, di acque calde con temperature comprese tra i 65 ed i 75°C. La portata complessiva di queste sorgenti, che sono quelle a più elevata temperatura conosciute in Sardegna, si è stimata in 15-20 1/sec.
Le emergenze di Casteldoria sono allineate lungo la grande faglia di Santa Maria Coghinas, che verosimilmente costituisce la via di risalita delle acque, e per maggior precisione all'incrocio di questa dislocazione di direzione EW con altre lineazioni che attraversano il granito con orientamento NS.
Il chimismo delle acque, caratterizzato da una salinità elevata, circa 5 g/1, e da una prevalenza di cloruri alcalini ed alcalino - terrosi, si è mantenuto costante in un periodo superiore ai cento anni.

1.3.1.9 Stato di salute delle acque

Il Riu Mannu di Ozieri non scorre in zone potenzialmente vulnerabili da nitrati. La distribuzione di fitofarmaci a livello comunale si aggira tra 3,01 e 7,0 kg / ha SAU Totale (Allegati Piano Tutela delle Acque.); la densità del BOD_5 di origine zootecnica rapportata alla superficie comunale varia tra 5,02÷9,07 t/anno/ km^2; la densità del COD di origine zootecnica, rapportato alla superficie comunale, varia tra 9,19÷16,63 t/anno/ km^2 il P di origine zootecnica rapportato alla superficie comunale varia tra 0,36÷0,63 t/anno/ km^2; l'N di origine zootecnica rapportato alla superficie comunale varia tra 1,90÷3,27 t/anno/ km^2; l'N totale di origine agricola, rapportato alla SAU, varia tra 20,0000001÷40,0000000 kg/ha/anno.
I carichi potenziali di origine civile relativi al Comune di Ozieri relativi alla popolazione del 2001 (8024 abitanti) contribuiscono con 177,02 t/anno di BOD_5, 324,53 t/anno di COD, 4,43 t/anno di P e 28,32 t/anno di N.
I carichi potenziali industriali contribuiscono con 258,51 t/anno di BOD_5, 661,51 t/anno di COD, 1,05 t/anno di P e 116,01 t/anno di N, la cui origine è ascrivibile principalmente alla produzione, lavorazione e conservazione di carne e prodotti a base di carne, alla fabbricazione di prodotti petroliferi raffinati ed alla produzione di altri prodotti alimentari.

1.3.1.10 L'uso del suolo

L'area di studio presenta uno sfruttamento del suolo articolato in maniera piuttosto complessa.Vi troviamo "fabbricati rurali", "seminativi semplici e colture orticole a pieno campo", "aree a pascolo naturale", "prati artificiali", "aree agroforestali" con colture arboree specializzate, colture erbacee specializzate e impianti boschivi artificiali ed infine "boschi di latifoglie".
Nell'area vasta, i sistemi forestali interessano una superficie di circa 53.107 ha pari a circa il 43% della superficie totale del distretto e sono i prevalenza costituiti da formazioni afferenti ai boschi a latifoglia (26,64%) ed alla macchia mediterranea (10,67%). I sistemi preforestali dei cespuglietti ed arbusteti sono diffusi su circa il 15% della superficie del distretto e, considerato il loro parziale utilizzo zootecnico estensivo, acquisiscono una struttura decisamente condizionata dalla pressione antropica e solo in parte da condizioni stazionali sfavorevoli. L'uso agrozootecnico estensivo del suolo interessa circa il 9% del territorio, mentre l'utilizzazione agricola intensiva e semintensiva è presente su circa 22.000 ha pari a circa il 17% della superficie del distretto ed è in particolare dedicata ai frutteti, ai vigneti ed alle colture orticole ed è concentrato nella Piana di Ozieri. L'analisi della sola componente arborea della categoria dei sistemi forestali evidenzia l'importante dato concernente la presenza delle sugherete che con circa 20.000 ha mostra un'incidenza del 50%. A tale contesto si sommano altri 10.000 ha di aree a netta vocazione sughericola, in parte già strutturate come pascoli arborati a sughera ed in parte soprassuolo forestale a presenza più o meno sporadica della specie.La Tabella 1.3.1.10/A e la Fig. 1.3.1.10/B riassume l'uso del suolo in base alle macrocategorie ed alla aggregazione in sistemi.

Tabella 1.3.1.10/A: ripartizione dell'uso del suolo sulla base alle macrocategorie e dell'aggregazione dei sistemi

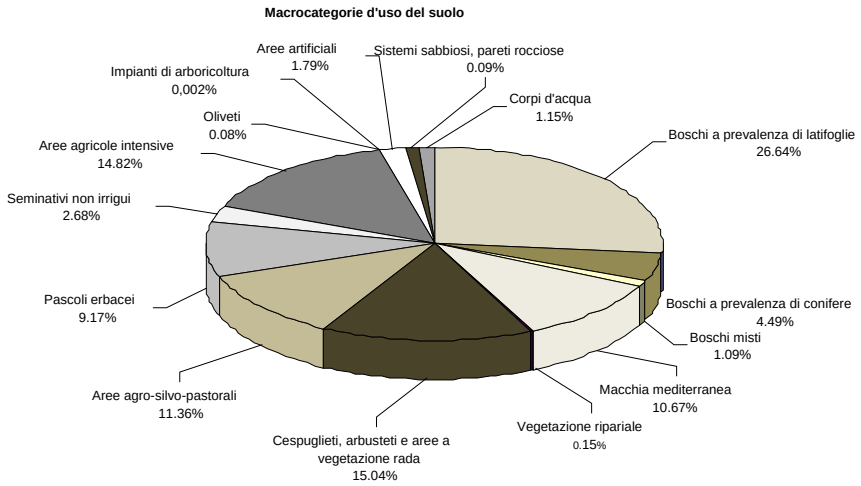


Fig. 1.3.1.10/B: ripartizione percentuale dell'uso del suolo sulla base dell'aggregazione dei sistemi

1.3.1.11 Vegetazione

Nell'area sulla quale viene richiesta la concessione si possono distinguere più zone a diverso carattere vegetazionale: - gli alti morfologici sono caratterizzati da macchia mediterranea con alberi di alto fusto, dove so no presenti anche sughere, con locali zone disboscate a destinazione agricola; - zone di raccordo tra gli alti morfologici e le zone pianeggianti dove gli alberi di alto fusto nominativamente sughere sono molto radi; - le zone pianeggianti o a debole inclinazione a destinazione agricola, prive di alberi di alto fusto. Localmente, in genere in corrispondenza con salti morfologici dove sono presenti litotipi rocciosi coincidenti con limiti catastali si possono riscontrare siepi naturali costituite dalle diverse essenze tipiche della macchia mediterranea, dove le essenze dominanti sono il Mirto, il Rosmarino e l'Euforbia. La coltivazione è prevista esclusivamente nelle aree sub pianeggianti attualmente destinate esclusivamente a scopi agricolo-pastorali con sparute presenze di macchia arbustiva coincidenti con i cumuli degli spietra menti dei campi.
Nell'area vasta, il territorio è caratterizzato da una morfologia estremamente variabile che si riflette sugli aspetti faunistici e vegetazionali. Il paesaggio, risultato tra interazione umana e grande diversità ambientale, è un complesso mosaico di ambienti.
L'aspetto naturalistico fondamentale è la vasta pianura di Chilivani-Ozieri un tempo immenso granaio, oggi adibita a pascoli e seminati per la fienagione. La conca lacuale del Coghinas, con la sua vastità, segna il termine della piana e l'inizio delle montagne galluresi. Dal lato opposto, lungo la costa, la foce del Fiume Coghinas forma un ristagno di acque di oltre 50 ha e delimitato da un ambiente dunario costituito da candide sabbie finissime. Al centro, infine, il paesaggio è caratterizzato da rilievi vulcanici, talora con zone dove affiora la roccia calcarea.
Sulla Piana di Chilivani-Ozieri l'azione dell'uomo ha modificato molti ambienti cercando di adattarli alle proprie esigenze e comunque aumentando la biodiversità. In luogo dei boschi, un tempo molto più estesi, si sono formati macchie, garighe e pascoli.
Questi ambienti mantengono una profonda relazione col territorio e col clima: macchie a corbezzolo ed erica arborea in luogo delle leccete, macchie a mirto in sostituzione di antiche sugherete, siepi e cespuglieti di biancospino e rosa selvatica al posto dei querceti. Il gheppio, l'occhione e la gallina prataiola sono gli uccelli più legati a questi ambienti, mentre in inverno uccelli migratori, come pavoncelle e cicogne, sono assidui visitatori della Piana.
L'invaso del Coghinas costituisce uno dei più suggestivi paesaggi lacustri dell'Isola, grazie alla splendida cornice di montagne granitiche che lo cinge ed alla selvaggia e solitaria campagna

immediatamente circostante. In questo ambiente albergano specie vegetali come il pancrazio il lirico e la quercia da sughero. La zona forestale di Badde Puzzone conserva un lembo di foresta di leccio accompagnata dai consueti interventi silvo – colturali con l'impianto di conifere esotiche.
Notevolmente interessante anche la fauna che dall'autunno alla primavera affolla letteralmente il bacino: svassi, morette e moriglioni, cui si aggiungono, presso le rive, germani reali, alzavole, mestoloni, fischioni e aironi cinerini; frequentissime le cornacchie bigie; non mancano falchi, gheppi e poiane. Cinghiali, volpi, lepri e pernici abbondano nella macchia; fra le querce si incontra la ghiandaia, mentre fra i pascoli pullula una moltitudine di passeracei (calandre, tottaville, passeri, zigoli, strillozzi) predati dal falco lodolaio. Non è infrequente incontrare averle, qualche picchio ed i gruccioni.
Lungo la Foce del Coghinas sono diffuse specie vegetali pioniere che contribuiscono a stabilizzare l'apparato dunario quali la santolina marittima, la soldanella ed il giglio di mare, ma soprattutto l'*Armeria pungens*, il ginepro, l'endemica *Anchusa litorea*, ormai scomparsa dall'intera Isola, e l'*Ephedra distachya*. La fitta vegetazione dell'ultimo tratto fluviale prima della foce è formata da carici, tife, giunchi, canne, tamerici e qualche salice.
La zona è molto interessante per l'avifauna: d'inverno è frequentata da anatidi, aironi e gabbiani, mentre nel folto canneto si riscontrano numerose nidificazioni del tuffetto, del porciglione, della folaga e della gallinella d'acqua.
Il settore centrale si distingue dai precedenti perché dominato dalle sugherete. Lo strato arbustivo, denso, è caratterizzato da *Pyrus spinosa, Arbutus unedo, Erica arborea, Crataegus monogyna* e *Cyistius villosus*. Nel sottobosco sono presenti *Viola alba* subsp. *Dehnhardtii, Brachypodium silvaticum, Lunula forsteri, Hedera helix* e *Oenanthe pimpinelloides*. A partire da quote superiori a 400 m, dominano i lecceti e le specie lianose come *Smilax aspera, Rubia peregrina, Rosa sempervirens* e *Clematis virosa*. Lo strato erbaceo non mostra grande variabilità specifica, dominano *Cyclamen repandum* e *Valium scabrum*. Le formazioni di sostituzione sono rappresentate da arbusteti alti a corbezzolo ed erica arborea.
Non meno interessanti appaiono gli aspetti faunistici. Fra le specie di maggiore interesse si annovera il topo quercino, la martora, l'astore, la ghiandaia ed il picchio rosso.

1.3.1.12 Clima

Il clima del sito e dell'area vasta di riferimento è di tipo mediterraneo con inverno umido ed estate asciutta e molto calda. Il mese più freddo raggiunge temperature inferiori a 18°C, ma superiori a -3°C; almeno un mese ha una temperatura superiore a 10°C e la stagione estiva è asciutta; il mese più caldo dell'estate ha temperature superiori a 22°C.

1.3.1.13 Qualità dell'aria

La zona nella quale ricade la concessione mineraria è priva di stazioni di monitoraggio per la qualità dell'aria, pertanto, ai fini del presente lavoro verrà fatto riferimento ai valori riportati nella *"Valutazione preliminare della qualità dell'aria: zonizzazione preliminare. Relazione"* edita dalla Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Antinquinamento Atmosferico e Acustico nel 2005 nell'ambito della *"Realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, del documento sulla valutazione della qualità dell'aria ambiente in Sardegna e individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D. Lgs. 351/99"*.
La qualità dell'aria viene definita confrontando le concentrazioni misurate o stimate di alcuni inquinanti in atmosfera con valori di concentrazioni riferiti ad un particolare intervallo temporale. Dove per inquinante si intende "*qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso*".
Il DPR 203/88, che detta le norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti definisce inquinamento atmosferico "*ogni modificazione della 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" (art 2). Il più recente DM 60/02, che recepisce due direttive europee (Dir. 1999/30/CE e Dir. 2000/69/CE) concernenti i valori limite di qualità dell'aria ambiente per specifici inquinanti, quali il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio, definisce, più in generale l'inquinamento come "*l'introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze o di calore nell'aria, nell'acqua o nel terreno, che possono nuocere alla salute umana o alla qualità degli ecosistemi acquatici o degli ecosistemi terrestri che dipendono direttamente da ecosistemi acquatici, perturbando, deturpando o deteriorando i valori ricreativi o altri legittimi usi dell'ambiente*" (art. 2b).
Molte delle sostanze immesse in atmosfera in grandi quantità a seguito delle attività umane possono produrre effetti indesiderati sulla salute umana e sull'ambiente. Il danno che queste sostanze arrecano all'ambiente e all'uomo è legato al livello di concentrazione raggiunto in atmosfera significativamente superiore a quello naturale e al tempo di permanenza in atmosfera. La normativa in materia tratta soprattutto gli inquinanti tradizionali, derivanti da:
processi industriali e dalle attività di combustione: Biossido di zolfo (SO_2), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO) e polveri totali sospesi (PTS); sostanze che in area urbana sono emesse principalmente dal traffico: benzene, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), polveri fini (PM10); inquinamento fotochimico: ozono (O_3).
La Tabella 1.3.1.12/ A sintetizza l'origine dei principali inquinanti.

Composto	**Fonti**
CO	Inquinante prodotto dai mezzi di trasporto
NOx	Prodotto alle combustioni ad alta temperatura
COVNM	Prodotti dagli autoveicoli e in presenza di NO_2 e O_3 causano smog fotochimico
SO_2	Prodotta dalla combustione di sostanze contenenti zolfo
PST e PM10	Polveri prodotte da processi produttivi e dai trasporti, PM10 è la frazione inalabile del "particolato sospeso totale" (PST), con dimensioni inferiori a 10 microm.
O_3	Prodotto ozonizzatori, da O_2 in presenza di NO_2 e di radiazione solare
Pb	Prodotto dagli autoveicoli a benzina

Tabella 1.3.1.12/ A: fonti dei principali inquinanti

La Tabella 1.3.1.12/B riassume i limiti di legge, con le relative tolleranze previste per l'anno 2004, utilizzati per il controllo dei dati di qualità dell'aria.

Inquinante	**Dato utilizzato**	**Limite 2004**	**Descrizione**
Benzene	Media annuale	10 µg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana
CO	Massima media mobile di 8 ore	12 mg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana
NO2	Media oraria	260 µg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana; da non superare più di 18 volte per anno civile
	Media oraria	400 µg/m3	Soglia di allarme; da non superare per più di due ore consecutive
	Media annua	52 µg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana.
Ozono	Media oraria	180 µg/m3	Soglia di informazione
	Media oraria	240 µg/m3	Soglia di allarme; da non superare per più di due ore consecutive
PM10	Media giornaliera	55 µg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana; da non superare più di 35 volte per anno civile.
	Media annua	41.6 µg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana
PTS	Media annuale delle medie giornaliere	150 µg/m3	Standard di qualità dell'aria (corrisponde al livello di attenzione del DM 15 Aprile 1994)
SO2	Media oraria	380 µg/m3	Valore limite per la protezione della salute umana; da non superare più di 24 volte per anno civile.
	Media oraria	500 µg/m3	Soglia di allarme; da non superare per più di due ore consecutive

Tabella 1.3.1.12/ B: limiti di legge per i principali inquinanti

Si riportano di seguito alcuni dati regionali, desunti dal progetto di "piano energetico regionale" predisposto dall'ENEA e dal Dipartimento di Ingegneria Meccanica dell'Università di Cagliari. Lo studio riporta i dati riferiti al periodo 1988-1995.

Anidride carbonica (CO_2).

Nel 1995 le emissioni hanno di poco superato i 15 milioni di tonnellate (8,8 t per abitante, contro la media nazionale di 7,1 t), pari al 3,5% delle emissioni nazionali provenienti da processi energetici. Negli otto anni considerati è stata, inoltre, registrata una crescita di circa 2,5 milioni di tonnellate, pari al 20%. Per quanto riguarda la composizione percentuale delle emissioni, sono emerse le seguenti differenze rispetto ai valori nazionali: l'energia contribuisce in Sardegna al 50% delle emissioni, contro il 33% delle emissioni nazionali; i trasporti al 20%, contro il 30% ; il civile al 5%, contro il 17%; l'industria al 20% come a livello nazionale; i consumi e perdite al 7% contro lo 0%.

Anidride solforosa (SO_2).

Nel 1995 le emissioni hanno raggiunto poco più di 100.000 t, pari a circa 8% del totale nazionale (la percentuale più alta tra gli inquinanti considerati) e a 60 t per 1000 abitanti, contro una media nazionale di 22 t. Nel periodo considerato è stato registrato un aumento medio annuo dell'1,2%, contro un decremento del 6,6% nella media nazionale. L'aumento più rilevante si è avuto per le emissioni industriali (+25%) mentre sono diminuite negli altri settori, soprattutto nei trasporti e nel civile (-50%). La distribuzione settoriale delle emissioni è ampiamente condizionata dalla presenza in Sardegna di grandi impianti di produzione industriale e di energia. A quest'ultimo settore è imputabile il 70% delle emissioni, contro il 66% nazionale; all'industria il 24% contro il 20%; ai trasporti il 4% contro il 10%; al civile l'1% contro il 4%; ai consumi e perdite il 5%.

Ossidi di azoto (NOx).

Le emissioni nel 1995 sono arrivate a circa 70.000 t, pari a poco meno del 4% del totale nazionale, ovvero a 41 t. per 1000 abitanti, contro le 32 t. della media nazionale. Nel periodo considerato è stato registrato, a livello regionale, un aumento delle emissioni (fatta eccezione per il settore energetico) dello 0,6% (soprattutto trasporti), contro un decremento nazionale dello 0,2%. Per quanto riguarda la composizione percentuale, nel 1995 sono state registrate, per settore, le seguenti quantità: trasporti 42%, contro il 67% nazionale; energia 40% contro il 19%; industria 6% contro il 10%; consumi e perdite 6% (prevalentemente agricoltura e pesca).

Composti Organici Volatili (COV).

Nel 1995 sono state stimate 32.000 t di COV non metanici, pari a circa il 2,5 % del totale nazionale. La media pro-capite è di poco inferiore alle 20 t per 1000 abitanti, contro le 24 t nazionali. Mentre a livello nazionale è stato registrato un aumento del 2,6%, in Sardegna si è verificata una diminuzione media annua di - 0,8%. Nella quasi totalità (94% circa), in perfetta concordanza con il dato nazionale, tali emissioni sono dovute ai trasporti, mentre il rimanente 4% è attribuibile per i ¾ al settore agricolo e per ¼ alla produzione di energia. Del tutto trascurabili i contributi degli altri settori: la somma di quello civile e quello industriale non raggiunge l'1%, anche se risulta in crescita. Bisogna in ogni caso ricordare che nel complesso, questi dati, facendo riferimento alle sole attività di tipo energetico, sono nel caso specifico dei COV molto parziali. Le emissioni di questo inquinante attribuibili in media ai processi non energetici sono in quasi tutte le situazioni pari alla metà.

Ossido di Carbonio (CO).

Nel 1995 sono state emesse sul territorio regionale poco meno di 180.000 t di CO con un'incidenza sul totale nazionale, analogamente ai COVNM, del 2,5%. La quantità pro-capite, per quanto in netta crescita (+2,5% annuo), è sensibilmente più bassa della media nazionale con circa 107 t. per 1.000 abitanti, contro le 126 t dell'intero Paese (+0,7% annuo). Il settore cui è imputabile il maggiore contributo alle emissioni di CO è, ovviamente, quello dei trasporti pari al 95% (dato analogo al nazionale). La restante parte è imputabile soprattutto al settore agricolo, con il 3% e, per valori non superiori all'1%, al settore civile, alla produzione di energia e al settore industriale; per quest'ultimo si evidenzia la sostanziale differenza con il nazionale, pari al 7%.

- Particolato (PTS)

Il particolato chiude la serie degli inquinanti inclusi nell'inventario realizzato nell'ambito del Piano Energetico della Sardegna. Nel 1992, anno per il quale si dispone dell'ultimo dato nazionale, le emissioni nell'Isola hanno inciso sul totale nazionale per poco più del 2%, la percentuale più bassa tra

i sei inquinanti considerati. La quantità emessa per 1.000 abitanti è pari a circa 9,5 t., rispetto alle 13 t della media nazionale. La serie storica regionale registra un calo costante e sostenuto, tanto che il valore del 1995 risulta essere il 60% del valore del 1988, grazie ad una diminuzione media annua di circa il 6%.
Il confronto tra la composizione percentuale delle emissioni regionali e nazionali evidenzia contributi settoriali nettamente diversi. L'industria, che contribuisce per il 73% alle emissioni nazionali, a livello regionale pesa per meno del 10%; ai trasporti è imputabile circa un quarto delle emissioni regionali, contro un dato nazionale di poco superiore al 10%.
Ancora più marcata la differenza nel settore di produzione di energia alla quale a livello regionale è imputabile il 63% delle emissioni, mentre a livello nazionale non raggiunge il 10%. Il settore civile, che a livello nazionale contribuisce con l'8%, a livello regionale non oltrepassa l'1%, mentre al settore agricolo è imputabile il 5% delle emissioni regionali.
Successivamente, nel corso del 2005, il Servizio Antinquinamento Atmosferico e Acustico dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, nell'ambito della realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, ha reso noti i risultati di una campagna di monitoraggio per la valutazione della qualità dell'aria al fine del conseguimento degli obiettivi del D. Lgs. 351/99. La campagna di misura aveva lo scopo di verificare l'inquinamento atmosferico in zone mai investigate in precedenza o di approfondire lo studio di zone già sottoposte a controllo. L'attività di monitoraggio è stata eseguita con differenti metodologie e tecnologie:
stazione mobile equipaggiata per l'analisi in continuo dei principali inquinanti atmosferici (SO_2, CO, NO-NO_2-NO_x, O_3, BTX, PTS, PM10);
campionatori diffusivi (BTX, NO-NO_2-NO_x, SO, O_3, NH_3);
deposim (IPA, metalli pesanti come indicati nell'allegato I del D. Lgs. n. 351/99, Cr, Cr^{+6}, V, Cu, Be, diossine).
La campagna di misurazioni è stata condotta con differenti metodologie (stazioni fisse, campionatori passivi, mezzi mobili) nei comuni più rappresentativi dell'intero territorio isolano (ad esempio Alghero, Sassari, Cagliari, Iglesias, Oristano, Elmas etc.), mentre i valori di concentrazione sono stati estrapolati per comuni come Ozieri privi di punti di monitoraggio. A questo scopo sono stati utilizzati modelli di dispersione atmosferica o interpolazioni di differente tipologia. A questo punto, seguendo una delle metodologie indicate dal D. Lgs. 351/99, i valori puntuali e quelli derivati sono stati estesi all'intero territorio comunale.
Le mappe di criticità per le emissioni diffuse (CO, NMVOC, NO_X, Particolato, SO_2), relative a ciascun territorio comunale, sono state ottenute a partire dai risultati dell'inventario delle analisi relative all'anno 2001. Il *range* dei valori di ogni sostanza inquinante è stato suddiviso in classi, pertanto, i dati relativi all'agro di Ozieri saranno esposti di seguito secondo quest'ottica.

Ossido di Carbonio (CO).

Classi (t/anno)	**Classe**
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Il territorio di Ozieri ricade nella seconda classe.

NMVOC.

Classi (t/anno)	**Classe**
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Il comprensorio di Ozieri rientra nella seconda classe.

Ossidi di azoto (NOx).

Classi (t/anno)	Classe
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Anche in questo caso il Comune di Ozieri cade nella seconda classe.
Particolato (PTS)

Classi(t/anno)	Classe
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Le emissioni di particolato pongono Ozieri fra i comuni della seconda classe.
Anidride solforosa (SO_2).

Classi (t/anno)	Classe
0 - 10	1
10 - 100	2
> 100	3

Per quanto riguarda questo tipo di inquinante, la sua diffusione nell'intero ambito comunale pone Ozieri ancora una volta in seno alla classe 2.
Sulla base di quanto esposto non si ravvisano pericoli per la salute umana e per la vegetazione derivanti dall'esposizione alle sopraelencate sostanze inquinanti.

1.3.2 Sistema infrastrutturale

L'accessibilità, del sito, Fig. 1.3.2/A, è permessa dalla La zona è raggiungibile dal bivio per "Sant'Antiogu di Bisarcio – Martis", al km 22,350 della SS n. 597 del Logudoro. Da Sant'Antiogu di Bisarcio si percorre la strada comunale Ploaghe- Ozieri, che porta direttamente alla località "Domo Sant'Antiogu".

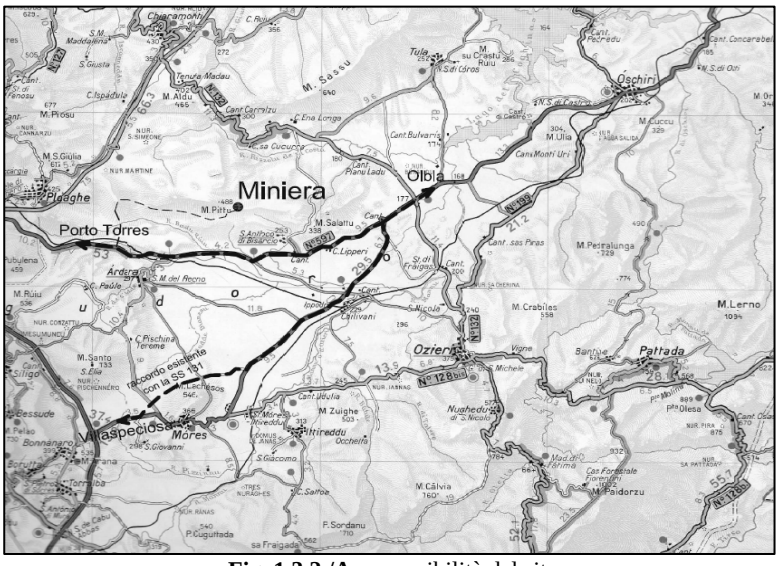


Fig. 1.3.2./A: accessibilità del sito

Il Comune di Ozieri si trova in posizione ottimale rispetto alle strutture aeroportuali del Nord Sardegna, Alghero, distante circa 95 km, ed Olbia, a circa 60 km.
Il porto industriale più vicino è lo scalo di Olbia, a circa 60 km, a ridosso del quale gravita la Zona Industriale.

In particolare l'impianto di oggetto di studio, giace in posizione ottimale rispetto ai principali snodi infrastrutturali che lo pongono in comunicazione con i centri abitati di Sassari, Alghero, Porto Torres ed Olbia. Tali centri sono collegati tramite la S.S. 20 e la S.P. 80 che raccordandosi alla S.S. 128 bis consentono di raggiungere la S.S. 131 e la S.S. 597 (Sassari – Olbia). Non manca un fitto reticolo di arterie stradali d'interesse locale (comunali e di penetrazione agraria).
Lo scalo ferroviario di Chilivani fa parte della tratta Olbia – Sassari ed è ubicato a ridosso della S.S. 597, Fig. 1.3.2/B.

Fig. 1.3.2./B: sistema infrastrutturale dell'ambito territoriale di riferimento (area vasta)

1.3.3 Sistema insediativo, storico e sociale

L'area vasta in cui si inserisce l'intervento è ubicata nelle immediate vicinanze dell'abitato di Ozieri, dal quale dista all'incirca 4500 m.
Il paesaggio è assai articolato, si va dalle pianure alluvionali che degradano verso est con le loro dolci colline ammantate da colture di vario genere e da pascoli, agli altopiani vulcanici sui quali allignano boschi residuali e macchia mediterranea e nei quali è possibile la sola attività pastorale. La vivacità della natura offre numerose possibilità di effettuare escursioni in ambienti pregevoli per le peculiarità florofaunistiche, archeologiche e geologiche.
Una lista succinta dei siti di valenza ambientale non può tralasciare di ricordare la foce del Coghinas e l'annesso sistema dunario con il corredo di vegetazione e fauna che dalle sue rive e dalle sue acque trae sostentamento; la piana di Chilivani–Ozieri, Sito d'Impotranza Comunitaria, meta degli appassionati di *birdwaching* e rinomato per l'avifauna. In agro di Giave, si ergono due monumenti naturali (L.R. 31/89, D.A.D.A. n. 18 del 18 gennaio 1994) costituiti dai relitti di due crateri vulcanici ("Crateri vulcanici del Meilogu M. Annaru").
L'intero territorio è punteggiato dalle moli di numerosissimi nuraghi accanto ai quali si rinvengono dolmens, menhirs, domus de janas e tombe dei giganti. A tempi più recenti appartengono le vestigia del castello di Castelsardo, di Bulzi e di Chiaramonti ed il ricordo di numerosi villaggi di cui oggi non rimane che qualche rudere. Sono un esempio l'abitato di Ampurias (o Empurias o Flumen) capoluogo dell'omonima diocesi, spopolatosi nel 1565; Bàngiu e Cèrico (o Tèrico, entrambi presso Nulvi), Montefurcadu (sull'omonima cima), Orria Manna ed Orria Picinna (tra Nulvi e Chiaramonti), Spelonca (presso Sedini), Insari e Battana (tra Laerru e Perfugas), Mortedu (nei dintorni di Castelsardo) e numeri altri.

1.3.3.1 Il Comune di Ozieri

- Storia

Il suo territorio, culla dell'omonima cultura, è stato frequentato dall'uomo fin dalle epoche più lontane della preistoria; conserva, inoltre, testimonianze dell'età nuragica e del periodo romano che denotano la continuità dell'insediamento. Nel Medioevo era compreso nel giudicato di Torres; dopo l'estinzione della dinastia giudicale Ozieri fu lungamente conteso tra Arborea, Doria ed i Pisani che amministravano il giudicato di Gallura ed alla fine del secolo XIII fu occupato dalle truppe del giudice d'Arborea. Ebbe così inizio una fase di crescita del villaggio, molti abitanti di Bisarcio e degli altri piccoli centri vicini vi si stabilirono e Ozieri divenne il capoluogo della curatoria.
In seguito alla conquista della Sardegna da parte degli Aragonesi, nel 1339 entrò a far parte dei territori concessi da Pietro IV a Giovanni d'Arborea e fu di fatto annesso allo stesso piccolo regno. Dopo la battaglia di Sanluri, venuto meno nel 1409 il giudicato, Ozieri entrò a far parte del grande feudo concesso nel 1421 a Bernardo Centelles e divenne una delle sedi da cui veniva amministrato il feudo e stabile residenza dei vescovi di Bisarcio. Nel corso del Cinquecento dai Centelles passò ai Borgia, mentre lo spostamento della sede vescovile ad Alghero fece perdere di importanza al paese che tuttavia continuò a crescere. Nel Seicento il piccolo centro era dominato da un'oligarchia di grandi proprietari terrieri che fecero valere le loro influenze politiche per ottenere nel 1621 che fosse costituito un capitolo di canonici presso il Duomo e che nel 1690 vi fosse aperta una scuola di grammatica e di retorica. Nel 1700 vi fu aperta anche una scuola di filosofia e teologia e il centro si avviò a essere uno dei più popolosi dell'isola. I Borgia si estinsero nel 1740 e Ozieri passò ai Pimentel che nel 1748 vi fecero aprire un ospedale per i poveri. Nella seconda metà del Settecento passò, infine, ai Tellez Giron e la sua funzione di capoluogo del Montacuto ne fece nel 1767 la sede della Giunta diocesana dei monti granatici; nel 1774 vi fu aperta una Tappa di insinuazione degli atti pubblici. Nel 1803 prese a risiedervi nuovamente il vescovo e nel 1821 divenne il capoluogo dell'omonima provincia.

- Patrimonio archeologico

Il suo territorio assume importanza fondamentale per il periodo prenuragico, visto che vi si trova la grotta di San Michele: è il sito che ha dato il nome alla cultura di Ozieri. Fu scoperta nel 1914, al suo interno si aprivano un grande salone d'ingresso e una serie di gallerie e di cunicoli con ricche concrezioni. Col tempo la grotta è stata parzialmente rovinata, il salone d'ingresso è stato distrutto durante i lavori per la costruzione di un campo sportivo e le concrezioni sono state danneggiate da incauti frequentatori. Era probabilmente un luogo di sepoltura di sacerdoti o di capi che col tempo si era trasformato in luogo di culto; gli scavi hanno restituito una grande quantità di materiali ceramici e di altri manufatti. Nelle campagne si contano anche più di cinquanta nuraghi, in particolare quelli di Barvidu, Bisarciu, Busacunnos, Bilimone, Burghidu, Columbos, Corona Saltaina, Crabiles, Crastu Maiore, Cugone, Cuzi, Donna Teresa, Figu, Fraghedu, Jannas, Jetti, Linneoro, Luzzanas, Magnafave, Malosu, Maltinzana, Mandra de Sa Giua, Manielle, Mannu, Manuelle, Meleu, Monte Cheia, Monte de Brenna, Monzu, Muronalza, Muridolzu, Ortu Sanu, Pedras de Fogu, Piana de Sa Roda, Pittu, Porcos, Pramma, Runatolos, Sa Cherina, S'Alvera, Samunadolzu, San Pantaleo, Santa Alvea, Sant'Elias, Santu Lussurzu, Suelzu, Su Nuraghe, Tetti, Tolovò, Tramentu, Tuescu.

- Patrimonio artistico e culturale

Il Duomo, dedicato alla Immacolata Concezione, è di origine cinquecentesca; fu innalzato dopo che Ozieri ebbe il titolo di città, grazie alla munificenza di una nobildonna ozierese ed è stato ricostruito completamente nel 1848 su progetto di Gaetano Cima. Ha forme neoclassiche ed ha un'aula a tre navate, il transetto ed un profondo presbiterio absidato. All'interno presenta alcune volte a crociera, resto della vecchia chiesa gotico-aragonese; vi sono custodite alcune tele del Marghinotti e vanta una ricca decorazione pittorica risalente ai primi decenni del Novecento. La facciata si apre su una scenografica scalinata di accesso.
Sant'Antioco di Bisarcio è una delle più interessanti chiese romaniche della Sardegna: è situata a 14 km da Ozieri oltre il Rio Mannu, su una piccola altura rocciosa. Fu costruita nel corso del secolo XII, probabilmente entro il 1153, su una cattedrale precedente distrutta da un incendio nel 1090; era la sede

della diocesi di Bisarcio. L'edificio, costruito in trachite, ha tre navate scandite da due file di colonne con capitelli corinzi. La navata centrale è coperta con capriate in legno, quelle laterali da volte a crociera. Sul davanti la facciata, incompiuta, è completata da un portico a sette arcate rette da grossi pilastri. Il campanile a canna quadrata è mozzo perché la parte superiore fu fatta crollare da un fulmine.
San Nicola di Guzule era la chiesa parrocchiale dell'antico villaggio di Guzule, spopolatosi nel Medioevo, il cui territorio è oggi compreso nell'abitato della città. La chiesa, costruita nel secolo XII dai Vittorini in forme romaniche, fu la sede del loro priorato nel giudicato di Torres; fu poi radicalmente ristrutturata nel corso del secolo XIII. In età tardogotica, infine, fu ancora una volta ricostruita con l'inversione dell'asse liturgico per cui l'abside attuale sostituì l'antica facciata. Il suo impianto è a una navata con abside e copertura a volta.
Il Museo archeologico è ospitato nell'ex convento di San Francesco, edificio del Seicento, è stato inaugurato nel 1985. Articolato in più sezioni, raccoglie materiali di cultura prenuragica e nuragica rinvenuti nei siti del territorio circostante. Un certo numero di sale documenta, inoltre, l'evoluzione degli insediamenti nei periodi medioevale e moderno.
La fontana Grixoni è una fontana monumentale, costruita al centro dell'abitato nel 1564 per volontà di Giovanni Castelvì, allora governatore del Montacuto per conto dei Borgia. Nel 1882 fu completamente ristrutturata nelle forme attuali da Giuseppe Grixoni, appartenente a una nobile famiglia locale, il cui busto in marmo è collocato sopra la fonte. Quella della Madonna di Loreto è una chiesa posta all'estrema periferia della città lungo la statale 199. Fu costruita nel secolo XVI in forme gotiche. Al suo interno custodiva uno splendido retablo del Maestro di Ozieri che nell'Ottocento fu trasferito in Duomo. Attualmente è stato sostituito con una copia ottocentesca dello scomparto centrale.
San Francesco è, invece, un complesso costituito dalla chiesa omonima, costruita nel secolo XVII e annessa al convento. Al suo interno custodisce un magnifico retablo ligneo intagliato e dorato del secolo XVIII, di stile tipicamente barocco. Il convento è una costruzione imponente del secolo XVII; possiede un'elegante e lunga loggia tipica delle costruzioni ozieresi e si affaccia su una piazza caratteristica contornata da altre costruzioni del Seicento. L'edificio è stato restaurato e dal 1985 ospita il Museo civico archeologico.
San Sebastiano è una chiesa che fu costruita a poca distanza dall'abitato nel 1652 per espiazione durante la terribile peste; attualmente è inserita nel tessuto urbano. Ha l'impianto a una sola navata completata dal presbiterio, la copertura è a volte a botte. Al suo interno conserva un quadro del Seicento raffigurante il santo titolare.
La chiesa di Santa Lucia fu costruita nel Medioevo e successivamente ristrutturata. Ha l'impianto a una navata completato da alcune cappelle laterali e dal presbiterio. Al suo interno custodisce un crocifisso del secolo XIV di probabile provenienza spagnola.
La chiesa di Nostra Signora di Monserrato sorge sulla sommità di un colle dal quale la vista spazia sulla città e i dintorni. Fu costruita nel secolo XVI, è ad una sola navata e di modeste proporzioni. La facciata è arricchita da un campaniletto a vela e da un portale elegantemente decorato. Al suo interno conserva due altari lignei del Seicento.

- Assetto Urbanistico - insediativo

La maglia urbana di Ozieri ha assunto carattere di città in epoca sette-ottocentesca, quando il fenomeno di aggregazione ha favorito la congiunzione dei borghi rurali che afferivano in una area comune e ha quindi avviato un lungo processo di ricomposizione dei luoghi urbani fino a costruire un'immagine cittadina.
Il territorio moderno è caratterizzato da due tipi di intervento che introducono fenomeni di trasformazione negli insediamenti urbani: la costruzione delle linee ferroviarie e le opere di bonifica dei territori di pianura. Queste opere fanno parte di una politica dello Stato Moderno che rompe l'isolamento dei luoghi urbani e delle zone agrarie e trasforma gli interessi particolari in interessi generali attraverso le opere pubbliche. Se gli antichi itinerari mettevano in relazione differenti territori percorrendo i crinali collinari fino alle zone di pianura e l'insediamento urbano costituiva un'appendice di queste regioni agrarie, la ferrovia rovescia tali rapporti. Essa si pone, in primo luogo, come relazione fra città e bacini agrari che appunto venivano bonificati e riorganizzati per esigenze di razionalità produttiva.

Chilivani, nella Piana di Ozieri, viene progettata come grande snodo ferroviario fra le linee Sassari-Cagliari-Olbia e le linee secondarie. La ferrovia deve ora collegare non solo le città, ma anche i grandi territori agrari, così che nella classificazione delle fermate si distinguono gli scali per il trasporto degli animali e delle merci, le stazioni ferroviarie e gli scali portuali.

- Il campo della mobilità: analisi degli spostamenti

Il polo di attrazione principale per il Comune in esame risulta essere il Comune di Sassari (281 unità), mentre poli di attrazione minori sono i Comuni di Oschiri (88 unità) ed Olbia (90 unità).
Le principali generatrici di flusso verso Ozieri sono rappresentate dai Comuni ad esso contermini, che presentano valori superiori ai 100 spostamenti, fra cui spicca Pattada con un valore pari a 314 unità. Di una certa rilevanza è anche la generazione dal Comune di Sassari, pari a 184 spostamenti.
Nel complesso, il Comune di Ozieri è classificato fra quelli che fanno rilevare tra 1000 e 2000 spostamenti giornalieri. Se si calcola il rapporto fra spostamenti generati e popolazione residente emerge un valore piuttosto basso, pari al 5,7%, a cui fanno da contraltare valori superiori al 20% dei centri abitati limitrofi che evidenziano il fenomeno del pendolarismo, sia di tipo scolastico che lavorativo, dai centri economicamente più deboli.
L'analisi della centralità, ossia della porzione di territorio che gravita attorno ad un centro attrattore d'interesse, lascia emergere che il bacino di utenza all'interno dell'isocrona dei 15 minuti comprende, oltre ovviamente al Comune di Ozieri, il solo Comune di Nughedu San Nicolò; la fascia delle isocrone compresa fra 15 e 30 minuti include i comuni di Tula, Erula, Oschiri, Pattada, Buddusò, Bultei, Ittireddu, Mores, Torralba, Bonnannaro, Thiesi ed Ardara; la fascia delle isocrone compresa fra 30 e 60 minuti raggiunge la totale estensione degli ambienti insediativi del Logudoro Monte Acuto, del Goceano, del Mejlogu, del Monteleone, della cintura urbana sassarese, dell'Anglona e della Bassa Valle del Coghinas, e di una parte della Gallura.

1.3.4 Sistema sociale ed economico

- Demografia

La nuova Provincia di Sassari nel suo nuovo assetto include 66 comuni (a fronte dei precedenti 90) ed una popolazione, nel 2006 (fonte: ISTAT), di 332.600 abitanti invece dei 469.870 della precedente configurazione territoriale riferita allo stesso anno (- 137.270 abitanti, -29,21%).
L'analisi che segue fa riferimento ai dati dei centri abitati della nuova provincia anche per gli anni antecedenti alla sua istituzione al fine di avere un quadro facilmente comparabile delle dinamiche demografiche.
Per quanto concerne la distribuzione della popolazione nel 2006 solamente il Capoluogo di Provincia supera i 100.000 abitanti (127.893), Alghero supera di poco i 40.000, Porto Torres sfiora i 22.000, mentre Sorso ed Ozieri contano, rispettivamente, 14.460 e 11.143 anime.
Il 64,89% della popolazione è raccolto in questi centri, mentre la restante parte vive in agglomerati di piccole o piccolissime dimensioni, fra questi in ben 25 Comuni si accentra una popolazione inferiore a 1.000 individui.
In questo contesto Ozieri si colloca al 5° posto con 11.143 abitanti in costante decremento dal 1991 al 2006 (-6,20%). Il picco massimo di abitanti, si registra nel 1991 con 11.834 anime.
La Tabella 1.3.4/A riassume le variazioni della popolazione provinciale per gli anni 1991-2006, ed evidenzia evidenzia un trend demografico positivo per i territorî comunali costieri (Sassari, Alghero, Stintino, Valledoria, Sorso, Castelsardo e Porto Torres) con la sola eccezione di Villanova Monteleone e per quelli a ridosso (Olmedo, Tissi, Usini, Tergu, Ossi, Uri, Codrongianos, Sennori). Nel complesso, la popolazione dei comuni costieri è passata da 208.641 unità del 1991 a 217.905 unità del 2006 (+4,25%), mentre quella dei comuni non costieri ha subito un decremento di 7227 individui nel medesimo periodo passando da 120.608 abitanti a 113.381 (-6,37%).
Il comune che ha visto incrementare maggiormente i suoi abitanti è Tissi (+28,41%), seguito da Olmedo, mentre quello che ha subito il calo più drastico è Semestene (-50,77%) preceduto da Mara (-25,85%). In conclusione di questo breve spaccato generale, 233.077 persone (70,07%) risiedono in soli 15 comuni, le rimanenti 99.523 (29,92%) sono distribuite in 51 comuni.
Per quanto riguarda Ozieri, il cui andamento demografico tra il 1991 al 2006 è rappresentato in

Fig.1.3.4/B, accentra a sé il 3,35% della popolazione provinciale (11.143 ab. fonte: ISTAT, 2007).

Andamento demografico della popolazione nella nuova Provincia di Sassari (fonte: ISTAT) in migliaia																	
Comune	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	D% 1991-2006
Alghero	39026	39280	39413	39586	39404	39205	39109	39027	38891	38691	38404	38393	39504	39985	40257	40391	3,38
Anela	937	931	936	927	929	936	915	881	873	837	817	812	797	772	764	757	-23,78
Ardara	840	839	838	852	847	853	860	858	856	858	847	848	830	831	827	821	-2,31
Banari	752	748	727	724	714	709	700	695	698	682	677	676	672	673	652	646	-16,41
Benetutti	2299	2269	2228	2189	2211	2249	2238	2230	2225	2204	2181	2169	2144	2133	2128	2118	-8,55
Bessude	513	514	502	498	492	496	496	506	503	506	501	500	495	477	474	474	-8,23
Bonnanaro	1208	1188	1158	1163	1180	1187	1159	1160	1143	1140	1127	1126	1110	1108	1099	1090	-10,83
Bono	4055	4051	4048	4024	3944	3925	3927	3876	3868	3826	3800	3801	3784	3754	3757	3715	-9,15
Bonorva	4616	4539	4505	4429	4369	4349	4309	4280	4199	4157	4106	4094	4044	3984	3954	3925	-17,61
Borutta	380	366	363	354	347	340	339	336	327	322	318	320	315	311	306	310	-22,58
Bottidda	830	826	833	829	850	840	822	809	812	810	804	801	789	787	780	772	-7,51
Bultei	1372	1360	1331	1304	1304	1283	1283	1252	1240	1230	1206	1200	1176	1168	1158	1136	-20,77
Bulzi	684	679	671	656	655	651	633	639	644	641	634	634	628	617	614	608	-12,50
Burgos	1106	1108	1113	1086	1093	1098	1081	1073	1087	1084	1068	1066	1051	1041	1023	1011	-9,40
Cargeghe	619	620	644	636	645	635	627	630	636	614	606	594	600	595	606	609	-1,64
Castelsardo	5235	5327	5358	5360	5340	5359	5374	5371	5356	5408	5410	5405	5512	5546	5570	5630	7,02
Cheremule	555	539	524	529	529	522	523	513	527	531	527	528	508	502	489	481	-15,38
Chiaramonti	2001	1976	1972	1942	1934	1943	1927	1901	1902	1903	1915	1917	1882	1863	1849	1829	-9,40
Codrongianos	1301	1294	1317	1299	1324	1308	1307	1306	1286	1276	1281	1280	1306	1304	1305	1314	0,99
Cossoine	1069	1058	1061	1051	1052	1056	1049	1022	1011	995	982	980	965	956	959	945	-13,12
Erula	797	798	794	797	790	795	803	793	802	802	807	802	803	804	807	795	-0,25
Esporlatu	486	497	503	491	484	481	486	486	481	475	475	472	469	456	454	458	-6,11
Florinas	1634	1629	1609	1581	1570	1574	1574	1583	1594	1589	1574	1569	1582	1568	1555	1541	-6,04
Giave	763	760	768	753	748	738	730	718	709	692	692	690	676	663	655	628	-21,50
Illorai	1225	1228	1226	1202	1192	1207	1204	1191	1149	1143	1121	1117	1101	1090	1053	1046	-17,11
Ittireddu	639	627	633	603	603	595	602	582	584	585	586	581	579	583	577	582	-9,79
Ittiri	9254	9237	9240	9222	9221	9193	9155	9132	9081	9077	9050	9033	9016	8960	8976	8951	-3,39
Laerru	1120	1106	1111	1110	1120	1102	1093	1078	1045	1032	1029	1026	1017	1000	988	985	-13,71
Mara	925	908	896	891	883	882	876	861	837	824	808	804	782	766	758	735	-25,85
Martis	660	669	661	667	653	663	668	660	649	646	630	628	618	606	608	586	-12,63
Monteleone Rocca Doria	141	139	142	140	142	140	136	138	136	137	134	134	131	130	124	129	-9,30
Mores	2188	2203	2179	2167	2171	2157	2154	2122	2123	2095	2074	2074	2082	2062	2041	2026	-8,00
Muros	770	777	790	780	781	776	760	759	756	747	754	761	768	765	760	767	-0,39
Nughedu di San Nicolò	1163	1163	1146	1132	1122	1102	1079	1063	1037	1031	1017	1014	1008	992	972	965	-20,52

Nule	1720	1702	1716	1712	1699	1682	1649	1635	1607	1599	1573	1569	1553	1528	1533	1514	-13,61
Nulvi	3074	3096	3079	3074	3057	3052	3048	3025	3007	2993	3007	3004	2979	2987	2983	2979	-3,19
Olmedo	2602	2645	2694	2720	2737	2788	2808	2814	2806	2838	2852	2851	2916	2973	3041	3118	16,55
Osilo	3835	3835	3809	3785	3723	3692	3665	3643	3584	3546	3498	3495	3492	3452	3451	3400	-12,79
Ossi	5615	5640	5684	5736	5797	5795	5834	5795	5752	5740	5735	5717	5700	5750	5775	5795	3,11
Ozieri	11834	11774	11769	11700	11622	11593	11572	11511	11478	11390	11334	11324	11305	11298	11257	11143	-6,20
Padria	912	902	895	909	899	867	877	869	858	844	836	830	815	799	785	765	-19,22
Pattada	3772	3742	3729	3727	3688	3673	3645	3604	3567	3544	3513	3502	3505	3446	3434	3418	-10,36
Perfugas	2491	2503	2470	2461	2470	2470	2478	2496	2496	2485	2488	2491	2491	2487	2487	2475	-0,65
Ploaghe	4853	4930	4942	4960	4950	4940	4906	4869	4854	4831	4816	4804	4773	4764	4781	4730	-2,60
Porto Torres	21237	21461	21438	21390	21449	21427	21316	21164	21114	21103	21064	21051	21452	21660	21832	21953	3,26
Pozzomaggiore	3274	3252	3232	3210	3173	3126	3131	3094	3038	3036	3011	3004	2975	2911	2871	2856	-14,64
Putifigari	737	747	749	759	753	738	732	728	717	708	701	702	712	716	729	736	-0,14
Romana	689	684	659	662	673	665	654	649	643	635	619	624	612	604	608	608	-13,32
Santa Maria Coghinas	1464	1450	1440	1438	1448	1444	1445	1446	1448	1443	1439	1434	1422	1418	1430	1438	-1,81
Sassari	122336	122017	121667	121320	120923	120593	120313	119998	120348	120540	120729	120690	121108	121849	124929	127893	4,35
Sedini	1543	1537	1535	1532	1523	1515	1497	1495	1475	1479	1461	1459	1436	1432	1421	1423	-8,43
Semestene	294	286	287	286	279	275	262	257	252	228	227	225	225	218	206	195	-50,77
Sennori	7269	7301	7377	7409	7429	7459	7462	7401	7345	7354	7365	7363	7323	7299	7298	7296	0,37
Siligo	1137	1141	1132	1125	1117	1107	1095	1060	1048	1033	1012	1015	995	986	990	981	-15,90
Sorso	13368	13344	13374	13393	13380	13270	13202	13147	13088	12957	12842	12820	13617	14321	14419	14460	7,55
Stintino	1116	1108	1132	1171	1172	1122	1123	1114	1130	1125	1127	1121	1135	1152	1194	1211	7,84
Tergu	535	554	552	563	578	584	583	592	584	588	570	572	578	575	579	576	7,12
Thiesi	3364	3358	3331	3314	3282	3285	3273	3250	3213	3193	3165	3132	3116	3082	3078	3063	-9,83
Tissi	1489	1530	1587	1584	1621	1683	1757	1796	1819	1836	1875	1878	1926	1965	2017	2080	28,41
Torralba	1123	1118	1102	1100	1085	1099	1087	1075	1057	1043	1022	1018	1017	1017	1016	1011	-11,08
Tula	1708	1694	1673	1675	1661	1677	1698	1679	1665	1683	1665	1667	1665	1671	1664	1670	-2,28
Uri	2952	2986	3027	3039	3062	3059	3051	3053	3029	3033	3050	3049	3044	3030	3040	3045	3,05
Usini	3635	3687	3706	3712	3737	3746	3748	3783	3773	3748	3748	3744	3770	3854	3880	3945	7,86
Valledoria	3556	3612	3653	3688	3727	3707	3697	3702	3745	3728	3713	3704	3736	3787	3795	3847	7,56
Viddalba	1785	1778	1790	1791	1793	1799	1772	1728	1717	1713	1719	1713	1710	1689	1679	1680	-6,25
Villanova Monteleone	2767	2763	2754	2714	2716	2681	2646	2616	2612	2597	2588	2585	2565	2549	2528	2520	-9,80
TOTALE	329249	329430	329224	328633	327866	326962	326024	324619	323936	323203	322326	322006	324412	326121	329629	332600	

Tabella 1.3.4/A: variazioni della popolazione provinciale per gli anni 1991-2006

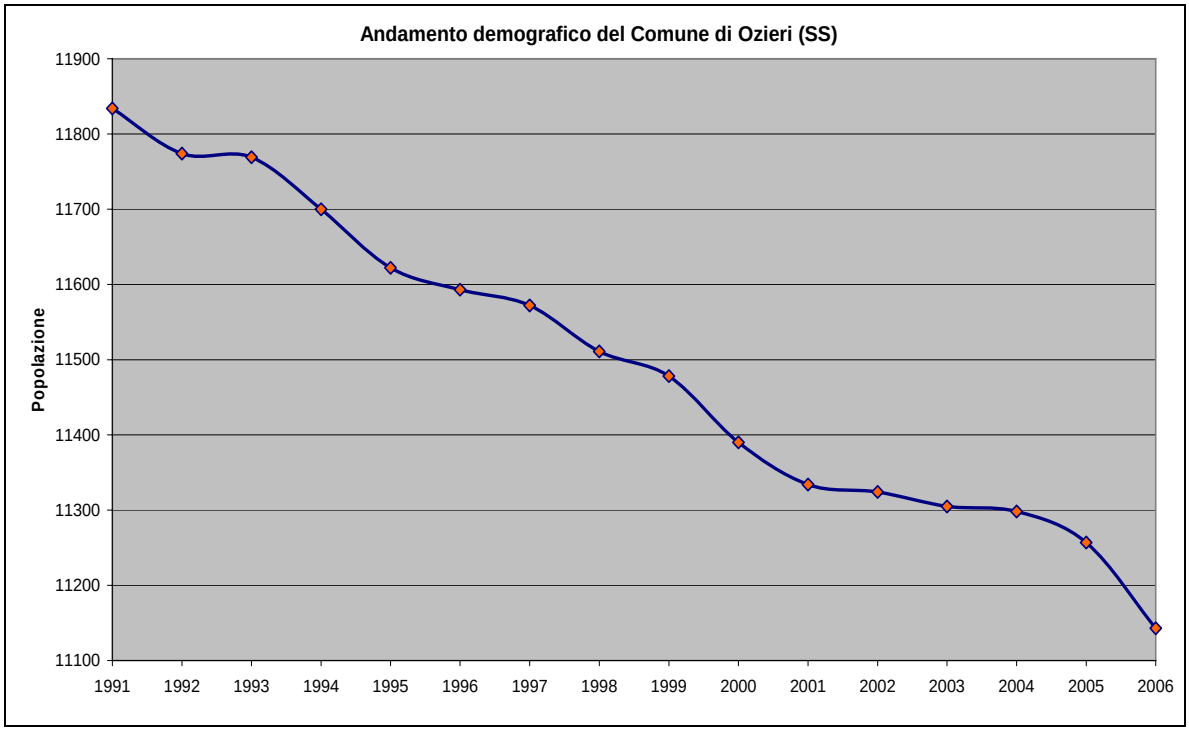


Fig. 1.3.4/B: andamento demografico del Comune di Ozieri

Un elemento qualificante della popolazione è il numero di nuclei familiari per comune, rapportato a mille abitanti. Un numero di famiglie nella media rispetto alla popolazione si riscontra nell'area di Ozieri (329‰, fonte: ISTAT, 1997). Un elevato indice sottolinea che poche famiglie costituiscono il grosso della popolazione e quindi è interpretabile come un processo di crisi.
L'altra variabile rilevante è il numero medio componenti per famiglia. Stante al 1998 (fonte: ISTAT) una media provinciale di 2,9 componenti per famiglia (al 1991 era di 3,1 membri), ad Ozieri si riscontra un valore pari 3 (nella media). In questo caso valori bassi individuano un possibile campo di crisi.
Sia il numero di nuclei familiari che il numero medio di componenti per famiglia sono sintomatici di un livello critico di fenomeni sottostanti ogni qualvolta sottendono ad una situazione di proporzionale invecchiamento della popolazione e bassa natalità latente (si consideri che la fecondità media è in tendenziale calo). In particolare i due indicatori pongono in rilievo non solo aspetti collegati all'anzianità della popolazione ma possono sottolineare dei comportamenti sociali. Sono un esempio il fenomeno dei "singles", i fenomeni legati all'innalzamento dell'età di abbandono dei nuclei familiari di origine da parte dei figli per carenza di lavoro, in altri casi lo spostamento della popolazione in età lavorativa verso centri prossimi al posto di lavoro e formazione di nuove famiglie in loco etc.
Un breve discorso va fatto per il rapporto di mascolinità: il numero di maschi, rispetto alle femmine, rapportate a cento unità (50 significa eguaglianza di residenti maschi e femmine). Una ipotesi assumibile è che, da un lato, la vita media probabile delle donne sia più elevata rispetto agli uomini (sebbene su 200 nascituri in media i maschi sono da 105 a 115); dall'altro, tradizionalmente le classi maschili abbandonano per lavoro il paese di origine più frequentemente rispetto alle donne. Di conseguenza ci si ritrova con unità territoriali che, ove presentino bassi indici di mascolinità, la popolazione potrebbe essere da un lato più vecchia o evidenziare, dall'altro, sintomi di movimenti migratori, verso altri comuni, piuttosto elevati. Ozieri non mostra netta predominanza di uno dei due sessi (49% maschi e 51% femmine, fonte: ISTAT 1997).
Il tasso di natalità (fonte: ISTAT 1997) si attesta su valori alti (10,27‰), nettamente al di sopra di tutti i comuni dell'intera vecchia provincia ove il valore medio si aggira intorno all'8‰.
L'indice di dipendenza strutturale (ossia il rapporto tra la somma della popolazione di età inferiore a 15 anni più quella di età superiore a 65 anni rispetto alla popolazione attiva) secondo le rilevazioni ISTAT è sceso dal 64,52% (media regionale 65,78%) del 1971 al 62,36% (media regionale 58,68%)

del 1981 al 49,46% (media regionale 45,63%) del 1991. Le proiezioni per l'anno 2011 ritengono probabili indici pari a 47,36%. Comunque, una ripartizione dell'indice per valori compresi tra 40% e 60% indica un'equa distribuzione del carico sociale nel territorio.

- Risorse produttive

La Provincia di Sassari presenta una buona concentrazione di reddito e, più in generale, di risorse finanziarie. Ciò è legato a diversi fattori. Il processo di accumulazione è iniziato in questi luoghi molto tempo fa, alimentato da un'attività produttiva basata prima su una ricca agricoltura e, poi, sull' attività di trasformazione, quella edilizia e di servizio. Tutte le misure di ricchezza pro-capite, tra le quali in primis il reddito disponibile e quello imponibile, sono più elevate rispetto alla media regionale. Sotto questo profilo il dato di stock spicca rispetto a quello di altre province. La dinamica di questi indicatori, per converso, è meno brillante in termini relativi. Inoltre, la crescita del reddito si concentra prevalentemente nelle zone costiere, nei comuni di Sassari e nell'hinterland.

Nelle zone interne la dinamica del reddito è invece generalmente bassa. Vi è una scarsa accumulazione di risorse e il reddito si fonda in misura rilevante sulle pensioni.

In questo contesto, la principale criticità è rappresentata dal rallentamento del processo di accumulazione, dovuto alla crisi che interessa alcuni importanti segmenti dell'attività produttiva e di servizio. Non meno importante è la sempre maggiore concentrazione delle risorse nella parte costiera e nei principali centri, cioè nelle aree più dinamiche da un punto di vista economico e demografico. In assenza dell'attivazione nelle zone interne di attività integrative rispetto a quella agricola – la cui remunerazione è in calo in molte produzioni e filiere – e della attivazione di nuovi processi di accumulazione di una certa consistenza, le risorse finanziarie di tali zone, basate in misura preponderante sulle pensioni, sono destinate a ridimensionarsi ulteriormente.

La Provincia presenta un'agricoltura diffusa, che genera produzioni di qualità, di molteplice natura, in alcuni casi anche in quantità rilevanti. Di particolare rilevanza il patrimonio zootecnico, e soprattutto ovino, bovino ed equino. La particolare peculiarità del territorio consente una larga diffusione del pascolo brado, le cui caratteristiche pabulari incidono in modo sostanziale sulla qualità dei prodotti caseari e delle carni. In questo contesto, elevata è la presenza di aziende biologiche, soprattutto nell'allevamento, in una regione che rappresenta la principale piattaforma biologica del paese. Alla buona qualità delle materie prime agricole si accompagna in taluni comparti l'estrema varietà e ricchezza di produzioni agroalimentari di eccellenza, grazie alla presenza di una qualificata attività di trasformazione e di filiere complete (formaggi ovini e bovini, vino, olio, miele e liquori). In altri comparti si intravedono tentativi di rafforzamento delle filiere, al fine di ottenere produzioni tipiche di eccellenza (pani, dolci, paste tipiche). La filiera casearia ovina sarda esprime la componente più estesa e qualificata proprio all'interno della Provincia di Sassari.

Molte filiere si caratterizzano per una forte internazionalizzazione (formaggi, vini, liquori) e per la presenza di operatori leader a livello regionale e, in alcuni casi, nazionale e europeo. Un elemento di forza, che potrebbe favorire la diffusione sul mercato interno delle produzioni provinciali e regionali, dispiegando una azione di sostituzione delle importazioni, è il radicamento di operatori locali della distribuzione organizzata. Insieme al Medio Campidano, la Provincia di Sassari è l'unica in cui si verifica tale circostanza. Per quanto riguarda il turismo, una risorsa di particolare importanza è la ricettività di qualità, concentrata essenzialmente nelle zone costiere. Alcune mete godono di visibilità internazionale e si caratterizzano per l'offerta di servizi turistici di grande qualità. A livello regionale, il comprensorio di Alghero ha raggiunto i migliori risultati nella direzione della destagionalizzazione, anche a seguito dello sviluppo di relazioni positive con le compagnie aeree low cost. Soprattutto grazie alla maggiore presenza nelle tratte internazionali, il traffico aereo è pressoché triplicato in pochi anni, con numeri importanti anche nella bassa stagione. Un primo elemento di criticità è rappresentato dalla diminuzione della remunerazione di molte attività agricole, conseguente alla diminuzione del prezzo dei loro prodotti. Ciò rischia di diminuire fortemente l'interesse per il proseguimento dell'attività, soprattutto laddove quest'ultimo richiede un passaggio generazionale. In assenza di interventi tesi ad aumentare la remunerazione del prodotto, attraverso una migliore qualificazione e all'introduzione nelle aziende di attività integrative rispetto a quella tipica agricola (es. ricettività e servizi al turista), il rischio è quello di una contrazione anche pesante di tale attività. Una tale eventualità minerebbe anche le fasi successive di trasformazione, che non potrebbero contare su materie prime di qualità locali nella

misura in cui ciò avviene oggi.
L'industria di trasformazione alimentare, accanto ad altre variabili legate alla filiera interessata e alla dimensione aziendale, presenta alcune criticità condivise. In generale, vi è una scarsa cooperazione tra le aziende nella fase di promozione e commercializzazione. Tale elemento è decisivo nel determinare il mancato accesso al mercato esterno per le imprese di piccola dimensione.
Nelle protofiliere della pasta, dei pani, dei dolci, del miele e, in parte, dell'olio, l'attività è svolta da tante piccole aziende, in genere a conduzione familiare, spesso operanti nel sommerso. La parcellizzazione dell'attività produttiva si traduce in una debolezza degli operatori, che hanno difficoltà a raggiungere il mercato esterno e hanno anche un basso potere contrattuale nei confronti dell'acquirente e del sistema finanziario. In questi ambiti sarebbero opportune politiche che favoriscano, con la crescita aziendale, l'emersione di tali attività. Tra le filiere più mature, quella casearia ovicaprina attraversa una fase difficile, che richiede un'azione più decisa sul versante della diversificazione, accompagnata da un'azione promozionale e commerciale più efficace e congiunta. Il limite principale dell'attività turistica è la mancanza di un progetto strategico condiviso. In tale situazione, non vi è – e non vi può essere – una gestione congiunta delle azioni di sviluppo. Il rischio, in questi casi, è il non scegliere e il limitarsi ad essere scelti. Non scegliere, per esempio, il segmento di mercato più interessante nel medio periodo. Essere scelti, per esempio, da segmenti meno interessanti in termini di reddito generato dall'attività. Il posizionamento stabile sui segmenti di mercato di maggior interesse richiede azioni congiunte e sinergiche, politiche integrate per la filiera, che includano scelte coerenti riguardo ai comportamenti da porre in essere per assicurare che il territorio nel suo complesso abbia i requisiti per essere appetibile nei riguardi dei segmenti target. Oggi non vi è nemmeno la valorizzazione di tutte le risorse e i fattori potenzialmente utili a scopo turistico. Inoltre risorse e fattori non sono messi a sistema. Gli operatori si muovono per lo più disgiuntamente. Mancano i circuiti, i pacchetti integrati, le relazioni stabili e codificate tra segmenti complementari della filiera. Le esperienze consortili raramente hanno avuto efficacia dal punto di vista operativo. L'offerta turistica rimane sostanzialmente monoprodotto, rivolta essenzialmente al turismo balneare, con caratteristiche di stagionalità spiccata. Sono stati compiuti diversi interventi volti a recuperare risorse idonee per altri tipi di turismi, alla ricerca, in particolare, di territori incontaminati, di bellezze ambientali ubicate anche dell'interno, di siti archeologici di pregio, di offerte culturali. Poche volte tali interventi sono andati oltre il recupero per conseguire una effettiva valorizzazione delle risorse. Inoltre, la natura e le caratteristiche degli attrattori, fa si che un'offerta per turismi diversi richieda l'integrazione di una molteplicità di risorse in pacchetti di offerta.

- Economia e occupazione
I principali settori rilevanti dell'economia della provincia di Sassari sono costituiti dall'agroindustria, dal turismo, dal terziario, dall'edilizia e, in misura minore, dall'industria. La gran parte delle attività sono concentrate all'interno del triangolo disegnato dai maggiori centri urbani, Sassari-Alghero-Porto Torres. In quest'area, che comprende anche i paesi viciniori e che presenta, tra l'altro, la maggiore densità abitativa, si individua, in particolare, la presenza di:
attività agricole d'eccellenza (vigne, oliveti) ed agroindustriali collegate (cantine vitivinicole, oleifici);
aziende zootecniche ovine e piccoli caseifici con produzioni di notevole qualità e rilevanza. In quest'ambito, la presenza di aziende importanti nel Thiesino rappresenta un punto di riferimento per tutto il territorio;
consistente numero di imprese turistico-ricettive, soprattutto lungo la costa, e diverse strutture agrituristiche anche nelle zone interne;
terziario molto sviluppato, con riferimento soprattutto al commercio; al riguardo pare eccessivo il numero di esercizi commerciali della grande distribuzione;
attività industriali del petrolchimico di Porto Torres, la centrale termoelettrica di Fiume Santo, attività significative del settore metalmeccanico e delle manutenzioni, laterizi ecc.
servizi della pubblica amministrazione;
Università, Istituti e Centri di Ricerca, (CNR, Porto Conte. IZC ecc.);
Ospedali e strutture Sanita.
Con riferimento al settore petrolchimico, concentrato a Porto Torres, si evidenzia il mancato decollo di produzioni a basso impatto ambientale e ad alto valore aggiunto che potrebbero, invece, garantire un

importante sviluppo di tale ramo industriale all'interno del sistema economico locale. Si sottolinea quale limite il permanere di produzioni relegate alla chimica limitate alle produzioni di base.
Infine, l'elevato costo dell' energia ostacola lo sviluppo di altre industrie legate alla lavorazione di materie prime locali, come per esempio la bauxite.
Il settore del turismo risulta gravemente condizionato dalla assenza di una rete di trasporto efficiente e articolata, in grado di consentire collegamenti rapidi e strategici tra le località turistiche più importanti. In particolare, si rimarca l'inadeguatezza delle direttrici viarie più importanti quali Sassari - Olbia, Sassari - Alghero e Sassari - Cagliari, l'arretratezza dei collegamenti ferroviari, la condizione di degrado del porto di Porto Torres e la mancanza di collegamenti aerei diretti con località importanti.
Dal punto di vista degli strumenti programmatici e gestionali si rileva l'assenza di una politica strategica che consenta di costruire, partendo dalle coste, una filiera in grado di coinvolgere l'intero territorio secondo una logica di sviluppo integrato dell'ampio e variegato ventaglio di risorse disponibili, dall'ambiente al paesaggio, dalle produzioni agroalimentari ai beni culturali ed archeologici, per citare solo alcuni esempi. Si auspica l'adozione di una programmazione strategica, che consenta di superare la prassi di improvvisazione e la condizione di frammentazione dell'offerta e preveda la definizione prodotti turistici diversificati, fruibili in diversi periodi dell'anno. In quest'ambito, inoltre, a fronte del peso che potrebbe assumere lo sviluppo della nautica per il territorio, è ancora manifestamene insufficiente l'interesse per i porti turistici e per il settore nautico in generale.
Per quanto concerne le infrastrutture, la cattiva gestione della risorsa idrica continua a creare disagi e danni d'immagine durante la stagione turistica, anche se ovviamente i suoi effetti sono maggiormente incidenti con riferimento ad altre attività produttive, soprattutto in agricoltura.
L'agricoltura e l'agroindustria sembrano essere decisamente condizionati dalla piccola dimensione della gran parte delle imprese, dai costi di produzione spesso elevati, dalla carenza di materie prime (es. farine per pani e dolci, mandorle, olio ecc.), per le produzioni tipiche e di qualità, che si sono mostrate le uniche in grado di reggere sul mercato. Gli effetti negativi dovuti alla ridotta dimensione delle imprese potrebbero essere superati con l'adozione di pratiche di collaborazione tra gli stessi operatori, ma è proprio il marcato individualismo e la scarsa propensione a cooperare che indebolisce tutto il comparto e ne smorza la competitività e la crescita. Al riguardo, una certa responsabilità è attribuibile alle amministrazioni che non assicurano un concreto sostegno all'attivazione di pratiche collaborazionistiche tra gli stessi operatori economici.
Sui costi di produzione incide in misura rilevante l'assenza di un sistema adeguato di trasporto. La mancanza di collegamenti ferroviari, insieme al noto problema della continuità territoriale per le merci, rappresentano, al riguardo, un nodo fondamentale da sciogliere per abbattere i costi ed incrementare la competitività.
Desta una certa preoccupazione la sempre più aspra concorrenza dovuta sia alla globalizzazione dei mercati che all' inserimento di nuove realtà, come quelle dei nuovi Paesi UE, che si presentano sul mercato con prezzi molto più bassi. Come esempio degli effetti del mutamento del contesto di mercato a livello internazionale è dato dalla crisi che sta interessando il settore del pecorino romano, prodotto "principe" dell'economia della filiera ovicaprina.
Inoltre, bisogna sottolineare la scarsa diversificazione dell'offerta e la mancanza di politiche di marketing efficaci, in grado di assicurare un certo sbocco ai prodotti locali, i cui canali distributivi risultano, inoltre, essere fortemente penalizzati dalle pratiche aggressive della grande distribuzione.
Infine, esiste un problema di carattere "culturale" che interessa il settore e si ricollega al fatto che le attività agricole siano sempre meno attrattive per i giovani, anche a causa della bassa remunerazione della materia prima (vedi il prezzo del latte) e del lavoro. Si intravede, quindi, il rischio del mancato ricambio generazionale e del conseguente abbandono delle campagne.
Per il terziario si evidenzia la carenza di servizi avanzati per le imprese.
Relativamente al settore delle costruzioni sorgono conflitti nel rapporto con le leggi urbanistiche, con le questioni di impatto ambientale e con la dotazione infrastrutturale del territorio, soprattutto in riferimento alla viabilità. Emerge il limite dell'esser "tagliati fuori" dalla domotica e dalle produzioni più raffinate oggi richieste dal mercato, che in questo territorio si è invece costretti ad importare. Il fattore ostativo a tale sviluppo è ascrivibile al marcato individualismo ed alla tendenza ad agire in maniera disgiunta, sia da parte delle istituzioni che delle imprese. Con riferimento a criticità più

specifiche, che caratterizzano il sistema della provincia di Sassari, vengono evidenziati diversi esempi che spesso interessano anche la più ampia sfera regionale, come:

- l'inadeguatezza della rete dei trasporti;
- l'assenza della continuità territoriale per le merci;
- gli elevati costi dell'energia;
- lo scarso sviluppo di politiche di filiera e di qualità, in settori di rilievo come il turismo e l'agroalimentare;
- la scarsa attenzione alla risorsa umana sia in termini di formazione che in termini di qualità, di vivibilità dei luoghi e di qualità della vita;
- la scarsa tutela dell'ambiente e del paesaggio.

In questo quadro, l'economia della Provincia negli ultimi anni ha registrato i seguenti eventi:
crisi del sistema industriale;
recupero di vitalità e di importanza nel settore dell'artigianato;
crescita del settore turistico, seppur con alcune contraddizioni;
forte crisi dell'agricoltura;
mancato sviluppo di terziario innovativo;
alcune interessanti iniziative nei settori innovativi e della comunicazione.
I servizi alle imprese sono stati giudicati pressoché inadeguati. In particolare, occorrerebbero servizi in grado di agevolare l'accesso ai finanziamenti ed al credito nonché un maggiore supporto informativo da parte delle pubbliche amministrazioni in merito alle novità normative, alle azioni di tutoraggio e di accompagnamento, il tutto accompagnato da una minore burocratizzazione ed una maggiore celerità nei tempi di concessione di licenze, autorizzazioni etc. Per quanto attiene ai processi legati all'internazionalizzazione delle imprese sono auspicabili politiche di assistenza, sia sotto forma di agevolazioni finanziarie che di sostegno all'associazionismo.
Nel campo dell'innovazione, si richiama la necessità di una maggiore assistenza tecnica e di una migliore informazione; mentre nel campo della formazione, sono necessari piani formativi finalizzati alla creazione di nuove figure manageriali. L'area della formazione professionale è costituita da una pletora di centri di formazione e di corsi del tutto avulsi dalle reali esigenze del mercato del lavoro, segno che la scelta di istituire determinati corsi di formazione non deriva dall'ascolto delle imprese che desiderano sviluppare la propria imprenditorialità.
La scarsa cultura d'impresa rende l'integrazione fra i varî campi molto complessa, anche se si riconosce che l'integrazione fra le filiere del turismo, dell'agroalimentare e dell'ambiente rappresenta la principale sfida che bisognerà affrontare nei prossimi anni. Sarebbe auspicabile innescare connessioni di filiera tra Impresa-Università- Biotecnologie e lavorare per la creazione di spin - off di ricercatori universitari. Il capitale sociale risulta adeguato, ma sono inadeguate le possibilità d'impiego. Soprattutto con riferimento ai giovani e alle donne in possesso di un livello formativo medio - alto, si sottolinea l'insufficienza quantitativa di sbocchi occupazionali adeguati alle aspettative e alle qualifiche possedute. Al contrario si lamentata la carenza di figure professionali specializzate, nel settore agricolo e nelle attività che richiamano i mestieri antichi (salumiere, macellaio, calzolaio).
Il tasso di disoccupazione nel territorio è intorno al 20% e le fasce più colpite sono i giovani con basso livello di scolarizzazione e le donne in tutte le fasce d'età. Si registra, inoltre, una marcata disoccupazione "intellettuale", che interessa i laureati, spesso costretti ad emigrare per trovare una valida collocazione dando luogo al cosiddetto fenomeno della "fuga di cervelli".
In alcuni settori, come l'edilizia e il turismo, si assiste invece a un fenomeno connesso alla stagionalità, per cui nei mesi estivi sono spesso questi settori ad offrire molte opportunità di impiego, che vengono poi inevitabilmente a mancare durante i mesi invernali. Il lavoro nero, diffuso soprattutto nell'edilizia, nell'agricoltura, nel commercio e nel turismo, rappresenta una piaga sociale legata alla onerosità del lavoro regolare e al fenomeno delle immigrazioni.
È da rimarcare il ruolo poco attivo degli istituti finanziari locali che oltre ad esigere un costo elevato per il denaro, non investono nelle imprese operanti sul territorio. Il risparmio locale si indirizza più verso investimenti di tipo immobiliare che verso l'attività di impresa.
I bisogni locali maggiormente insoddisfatti, come sottolineato in precedenza, risultano essere quelli relativi alla semplificazione burocratica (per es. la mancanza di sportelli unici a tutti i livelli) ed all'innovazione del sistema formativo.

Le attività che favoriscono uno sviluppo duraturo a partire dalle risorse endogene sono sostanzialmente quelle legate al settore agroalimentare ed al turismo.
Un insieme di concause crea ulteriori rischi di delocalizzazione per alcune attività. Quanto accaduto per la chimica potrebbe avvenire, sebbene in misura ridotta, per altre produzioni. Nel contempo la Provincia non riesce ad attrarre investimenti dall'esterno, principalmente a causa dell'alto costo dell'energia e dei trasporti. La competizione esistente a livello globale impone a tutti (imprese, istituzioni politiche, associazioni di categoria) di impegnarsi nella costruzione di relazioni associazionistiche e collaborazionistiche in grado di agevolare e sostenere i produttori nell'affrontare le sfide imposte dai mercati. Negli anni passati si sono avute esperienze fallimentari con i Consorzi, ma attualmente ci sono alcuni esempi positivi nel commercio, con l'Associazionismo di strada (nel Comune di Sassari ci sono già 4 o 5 consorzi di commercianti) e con la Card Premia. In quest'ottica il comparto agroalimentare sta iniziando a muovere timidi passi in questa direzione, in quanto pare essere il settore dove è più sentita la necessità della cooperazione tra produttori per effetto delle dimensioni limitate della gran parte delle aziende che non consentono il raggiungimento di masse critiche di prodotto.
Le Tabelle 1.3.4/C, 1.3.4/E, 1.3.4/F e la Fig. 1.3.4/D, risalenti al 2004, riportano i dati statistici dei sistemi locali del lavoro (S.L.L.) della Provincia di Sassari.

Sistema locale del lavoro	Imprese attive [n.]	Imprese attive [%]	Tasso di crescita m.a. 1991-2004
Alghero	3.924	13,58	5,05
Benetutti	473	1,64	3,00
Bono	587	2,03	3,22
Bonorva	416	1,44	2,52
Castelsardo	644	2,23	4,60
Ozieri	2.021	6,99	4,12
Perfugas	820	2,84	4,19
Pozzomaggiore	540	1,87	3,04
Sassari	17.849	61,76	5,03
Thiesi	837	2,90	3,44
Valledoria	788	2,73	5,15
Provincia di Sassari	28.899	100,00	4,73

Tabella 1.3.4/C: Imprese attive nel 2004 nella Provincia di Sassari. Fonte: Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e Assetto del Territorio elaborazione su dati ISTAT 2004

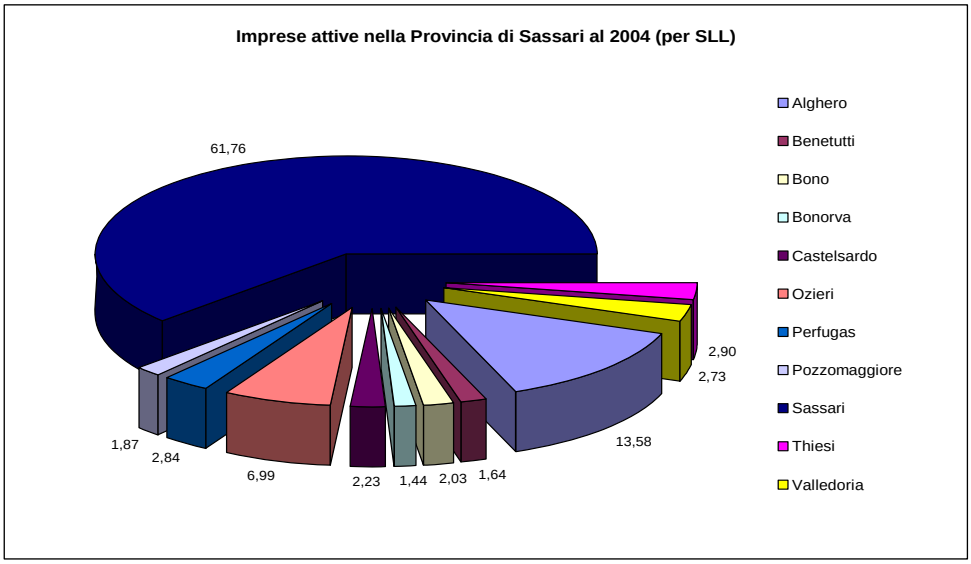


Fig. 1.3.4/D: Imprese attive nel 2004 nella Provincia di Sassari. Fonte: Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e Assetto del Territorio elaborazione su dati ISTAT 2004

Sistema locale del lavoro	Agricoltura	Pesca	Estrattiva	Manifatturiera	Energetica	Costruzioni	Commercio	Alberghi e pubbl. es.	Trasporti	Credito	Servizi alle imprese	Altre
Alghero	466	82	4	492	1	550	1.166	349	159	49	301	305
Benetutti	179	1	3	66	0	62	95	32	12	1	7	15
Bono	167	0	0	69	1	73	168	54	8	3	16	28
Bonorva	125	0	2	56	0	55	91	39	16	3	11	18
Castelsardo	65	14	1	64	1	120	200	85	21	2	30	41
Ozieri	505	0	4	242	1	348	537	121	69	23	70	101
Perfugas	302	0	2	80	0	101	184	61	18	6	21	45
Pozzomaggiore	150	0	0	70	0	80	129	45	26	1	12	27
Sassari	1.546	73	33	2.112	12	2.614	6.279	1.119	786	312	1.633	1.330
Thiesi	222	0	4	103	3	136	209	40	54	3	27	36
Valledoria	145	1	8	67	0	133	241	76	29	5	29	54
Provincia di Sassari	3.872	171	61	3.421	19	4.272	9.299	2.021	1.198	408	2.157	2.000

Tabella. 1.3.4/E: Imprese attive nel 2004 nella Provincia di Sassari, settore di attività. Fonte: Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e Assetto del Territorio elaborazione su dati ISTAT 2004

S.L.L.	Agricoltura [%]	Pesca [%]	Estrattiva [%]	Manifatturiera [%]	Energetica [%]	Costruzioni [%]	Commercio [%]	Alberghi e pubbl. es. [%]	Trasporti [%]	Credito [%]	Servizi alle imprese [%]	Altre [%]
Alghero	11,88	2,09	0,10	12,54	0,03	14,02	29,71	8,89	4,05	1,25	7,67	7,77
Benetutti	37,84	0,21	0,63	13,95	-	13,11	20,08	6,77	2,54	0,21	1,48	3,17
Bono	28,45	-	-	11,75	0,17	12,44	28,62	9,20	1,36	0,51	2,73	4,77
Bonorva	30,05	-	0,48	13,46	-	13,22	21,88	9,38	3,85	0,72	2,64	4,33
Castelsardo	10,09	2,17	0,16	9,94	0,16	18,63	31,06	13,20	3,26	0,31	4,66	6,37
Ozieri	24,99	-	0,20	11,97	0,05	17,22	26,57	5,99	3,41	1,14	3,46	5,00
Perfugas	36,83	-	0,24	9,76	-	12,32	22,44	7,44	2,20	0,73	2,56	5,49
Pozzomaggiore	27,78	-	-	12,96	-	14,81	23,89	8,33	4,81	0,19	2,22	5,00
Sassari	8,66	0,41	0,18	11,83	0,07	14,65	35,18	6,27	4,40	1,75	9,15	7,45
Thiesi	26,52	-	0,48	12,31	0,36	16,25	24,97	4,78	6,45	0,36	3,23	4,30
Valledoria	18,40	0,13	1,02	8,50	-	16,88	30,58	9,64	3,68	0,63	3,68	6,85
Provincia di Sassari	13,40	0,59	0,21	11,84	0,07	14,78	32,18	6,99	4,15	1,41	7,46	6,92

Tabella. 1.3.4/F: Incidenza percentuale delle imprese attive per settore di attività nel 2004 nella Provincia \di Sassari, settore di attività. Fonte: Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e Assetto del Territorio elaborazione su dati ISTAT 2004

- Economia nel Comune di Ozieri

Il fattore trainante dell'economia, almeno per quanto riguarda il numero di imprese - non essendo noti dati sul fatturato, è costituito dall'artigianato che si attesta su valori superiori al 24%, seguito dal

settore agricolo, che, pur con lievi oscillazioni, si afferma su valori superiori al 21%, seguito a sua volta dal commercio in calo nel 2007 dell'1,8% rispetto al 2003 a cui si accodano, in progressivo incremento, le industrie e le costruzioni (+1%) ed, infine, i servizî (+0,9%). Il settore estrattivo registra la presenza di due attività nel 2003 ridottesi ad una soltanto dall'anno successivo in poi.
Per quanto riguarda l'occupazione sono disponibili i dati aggregati del Sistema Locale del Lavoro (S.L.L.), riferiti all'anno 2001, in cui non è, purtroppo, possibile discernere i valori per ciascun singolo Comune. Ozieri è il centro dell'omonimo S.L.L., vasto 70.800 ettari, che comprende altri 7 comuni: Ardara, Ittireddu, Mores, Pattada, Nughedu San Nicolò e Tula. Sulla base delle stime ISTAT del 2001 i residenti sono 21.036, suddivisi in 7.352 famiglie, gli occupati residenti 7000 e la popolazione attiva comprende 8000 individui. Il tasso di attività lordo è del 38,09% e quello di occupazione lordo del 33,33%.
La Tabella 1.3.4/G ed il successivo grafico In Fig. 1.3.4/H riepilogano la situazione per ciascun S.L.L. della Sardegna settentrionale.

Sistema Locale del Lavoro	Agricoltura	Pesca	Estrattiva	Manifatturiera	Energetica	Costruzioni	Commercio	Alberghi e pubbl. es.	Trasporti	Credito	Servizi alle imprese	Altre
Alghero	861	104	75	1.271	139	1.224	2.245	1.190	583	330	696	5.077
Benetutti	367	1	11	217	9	163	149	53	37	15	41	345
Bono	357	1	7	253	14	213	233	98	70	22	64	797
Bonorva	273	1	5	188	23	184	171	75	44	23	46	438
Castelsardo	86	31	3	164	13	391	309	171	49	22	68	403
Ozieri	1.145	6	29	687	78	980	859	309	277	118	250	2.203
Perfugas	411	3	40	251	28	322	333	205	106	27	77	723
Pozzomaggiore	259	0	6	163	28	216	245	127	96	20	47	559
Sassari	2.848	165	264	8.036	911	6.487	10.705	2.677	3.035	2.588	3.933	23.952
Thiesi	311	2	19	388	31	238	268	79	102	88	62	867
Valledoria	198	5	92	181	32	401	343	141	62	32	77	512
Provincia di Sassari	7.116	319	551	11.799	1.306	10.819	15.860	5.125	4.461	3.285	5.361	35.876

Tabella. 1.3.4/G: occupati al 2001 per settore di attività. Fonte: Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e Assetto del Territorio elaborazione su dati ISTAT 2004

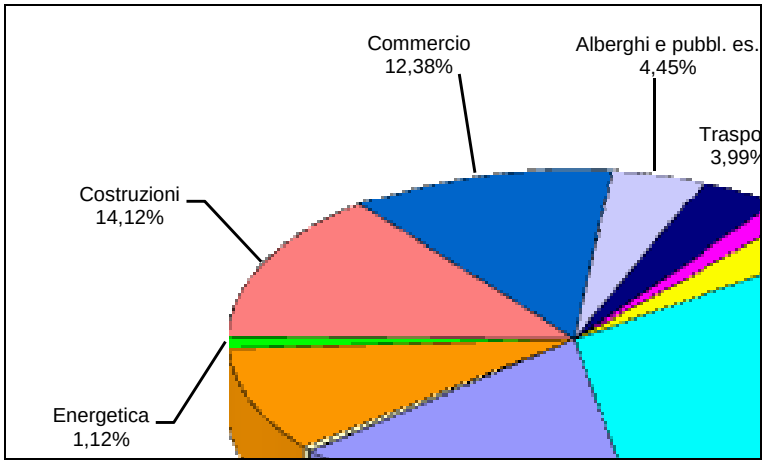


Tabella. 1.3.4/H: occupati al 2001 per settore di attività. Fonte: Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Programmazione, Bilancio, Credito e Assetto del Territorio elaborazione su dati ISTAT 2004

1.4 Individuazione dell'alternativa o "opzione zero"

L'alternativa o opzione "zero" rappresenta la situazione verso la quale evolverebbe l'area in oggetto nel caso non si realizzasse il progetto. È una situazione che va sempre presa in esame al fine di

valutare l'eventualità che la miglior soluzione possibile, dal punto di vista ambientale, sociale ed economico, sia quella che lascia immutate le condizioni dell'area. Nel caso particolare, l'alternativa al progetto di coltivazione, è che venga mantenuta l'utilizzazione attuale dell'area ai fini esclusivamente agricolo pastorali.

1.5 Motivazioni alla base della proposta progettuale e confronto con il momento zero e l'opzione zero

Dalle considerazioni fatte dai tecnici valutatori sul progetto di coltivazione mineraria "Monte Furros", è improbabile che la soluzione migliore sia quella rappresentata dall'alternativa zero. Tale eventualità se da una parte consentirebbe il mantenimento indisturbato dell'attuale stato dei luoghi, di contro, impedirebbe la possibilità di occupare (a vario titolo ed in diversa misura) nei lavori di coltivazione, per circa 23 anni, non meno di sette persone, senza per questo rinunciare al progressivo totale recupero delle peculiarità naturalistiche originarie.
Spesso il suolo recuperato a seguito dell'attività mineraria presenta un potenziale agricolo più elevato, soprattutto quando il suolo originario era caratterizzato dalla presenza di componenti sabbiose sterili e di strati di argilla che ostacolavano lo sviluppo dell'apparato radicale delle piante e impedivano una buona circolazione dell'acqua e dell'aria attraverso il terreno. Infatti, durante l'attività estrattiva e nel corso della movimentazione dei materiali in fase di recupero ambientale, gli strati vengono rotti e mescolati, conferendo al nuovo suolo una tessitura più favorevole. Con la sistemazione dello strato fertile di copertura il recupero è completato e l'area è restituita all'uso agricolo originario o ad altre possibili utilizzazioni di valore economico superiore.
Considerata la reversibilità dei fattori impattanti e la redditività attuale dei terreni, la realizzazione del progetto risulta ecologicamente sostenibile dall'ambiente circostante e sicuramente vantaggiosa sotto il profilo socio-economico. Oltre al vantaggio economico, l'utilizzazione della bentonite, per la fonderia e l'ingegneria civile, rappresenterebbe un indubbio progresso per lo sviluppo delle potenzialità applicative del prodotto.

1.6 Motivazioni strategiche dell'intervento

A fronte della sottrazione temporanea all'uso agropastorale di 9,84 ha corrispondenti alle superfici interessate dalle attività estrattive miniera, sono previste positive ricadute produttive ed occupazionali che, allo stato attuale, sono stimate, in un arco temporale di 23 anni (durata della concessione) . Sulla base delle indagini di mercato, nonché in funzione dei costi da sostenere per la sua estrazione è stato possibile fornire una stima sulla redditività dell'attività estrattiva e di valutare i ritorni economici sul territorio.
Il conto economico annuale è riportato in tabella 1.6/A.

Voce	**€/t**	**€**
1) Valore di vendita minerale	12,00	480.000
2) Costi operativi (C.V.)	0,11	4.400
3) Noli (C.V.)	4,84	193.638
4) Totale costi variabili	4,95	198.038
5) Margine di contribuzione (1 – 4)	7,05	281.962
6) Costi generali (C.F.)	1,87	74.994
7) Margine operativo lordo (5 – 6)	**5,17**	**206.968**
8) Ammortamenti	0,61	24.580
9) Margine operativo (7 – 8)	**4,56**	**182.388**
10) Interessi passivi (C.F.)	0,16	6.366
11) Utile lordo (9 – 10)	4,40	**176.022**
12) IRES (C.F.)	1,21	48.406
13) IRAP (C.F.)	0,20	8.127
14) Utile netto [11-(12+13)]	2,99	**119.489**
15) Totale costi fissi	3,45	**137.893**

Tabella. 1.6/A: conto economico annuale PER 40000 T

L'utile netto d'esercizio è da considerarsi indicativo in quanto il valore commerciale della bentonite è particolarmente sensibile poiché strettamente legato alle oscillazioni delle quotazioni internazionali del minerale.
L'attività risulta in pareggio per una produzione di circa 24.000 t/a e con una produzione di 40.000 t/a e l'utile netto annuo, atteso e stimato che se ne ricava di € 119.489,13 ovvero il 33% dei costo totali.
L'importanza di questa intrapresa è determinata dalle positive risultanze del conto economico previsionale, ma ancor più dalla possibilità di programmare produzioni e strategie di mercato. Potendo contare su sicuri approvvigionamenti di materia prima a costi certi, non sarà difficile trovare le necessarie sinergie con alcune tra le più quotate aziende trasformatrici e\o commercializzatici.
La produzione di Minersarda S.p.A. può creare un ritorno economico e dei benefici sociali tramite:

- indennizzi ai proprietari superiori a quelli derivabili dalle attuali attività agricole;
- appalti ad imprese locali di estrazione, movimento terra e ripristini, autotrasporto del minerale;
- canoni regionali;
- supporto tecnico e specialistico per le attività di estrazione, prelievo campioni, analisi di laboratorio etc.

In conclusione, il progetto in esame, pur comportando un netto sconvolgimento della destinazione d'uso del suolo (9,8 ha) ed un'alterazione delle sue caratteristiche per un periodo di tempo limitato, lo restituisce alle attività originali in condizioni identiche a quelle iniziali in seguito alle cure colturali del ripristino. Dunque, non vi sarà depauperamento irreversibile delle risorse ambientali esistenti.
Dal punto di vista economico è palese la sproporzione tra la redditività dei terreni allo stato attuale e quella prevista in seguito allo sfruttamento del giacimento minerario ed al relativo indotto. I vantaggi di ordine socio-economico risultano prevalenti sui limitati e temporanei fattori impattanti che interesseranno direttamente pochi ettari di territorio e, indirettamente, l'area vasta.

1.7 Indicazione dell'ambito territoriale interessato e dei sistemi ambientali suscettibili di impatti diretti e indiretti

I limiti della concessione sono illustrati nello stralcio della sezione IGM riportato nella Tavola di progetto 2.1, e nella Tavola 2 del presente studio di impatto ambientale (Tavole 2 del SIA).
I possibili impatti conseguenti all'attività estrattiva potrebbero avere effetti sul suolo, sull'aria, sulle emissioni foniche, sulle specie vegetali, sulle specie faunistiche, sulla destinazione d'uso del suolo , sulle potenziali risorse del sito, sull'esposizione-visibilità della miniera, sul traffico della rete viaria afferente e sul mercato del lavoro.
Come si evince dallo studio dei venti si desume che, nel settore di Ozieri e dintorni, si verifichi un prevalere dei venti dei quadranti meridionali (Sud e SW) rispetto a quelli degli altri quadranti che, pur raggiungendo apprezzabili velocità, mostrano scarse frequenze. I venti di SW (libeccio) e Sud (ostro), aventi rispettivamente frequenza dello 27,4% e 22,5 %, raggiungono intensità massima compresa tra i 10,6 e 14,9 m/s. Le calme registrate non superano l'8% delle osservazioni. Pertanto, la diffusione delle polveri dovrebbe interessare in prevalenza le aree situate ad Nord e NE del sito minerario.
L'attività estrattiva si inserisce nel contesto socio-economico dell'ambiente circostante come una nuova realtà che fornisce occupazione per personale direttamente impiegato ed occasioni per l'indotto (servizi e forniture).

1.8 Indicazione dei limiti operativi, spaziali e temporali dell'attività e del ripristino ambientale

Il progetto si articola in 3 stadi, decritti e quantificati in altrettanti elaborati grafici ed analitici, Tavole del progetto di coltivazione (da quì in avanti chiamate Tavole di progetto) da 5.1 a 6.2.
I limiti operativi dell'area cantierizzabile all'interno della concessione, sono ben contrassegnati nella Tavola di progetto 2.1 e 3.1. La concessione si estende per circa 192 ha. ha, mentre l'area strettamente operativa ammonta complessivamente a 9,84 ha. Le aree scavate verranno progressivamente colmate fino al raggiungimento della quota di progetto.
Il metodo di coltivazione adottato, localizzando i lavori in superfici limitate, consente di ridurre gli

impatti, ottenendo una esposizione marginale nella maggior parte dei terreni della stessa area operativa e prossima allo zero al di fuori di essa.
In tema di risorse non rinnovabili (suolo e acqua) occorre specificare che la porzione di suolo asportata sarà preservata tramite accantonamento temporaneo in cumuli di altezza non superiore ai cinque m, da utilizzare per il ripristino delle superfici già coltivate.
La fase di ripristino avverrà contestualmente al termine dei lavori di ciascun lotto.
Il progetto di coltivazione non prevede l'installazione di impianti di trattamento, mentre potranno essere posizionati in cantiere box prefabbricati e\o conteiners amovibili, da adibire a servizi vari (deposito materiali d'usura, mensa, spogliatoio, ufficio cantiere etc.). Pertanto, le necessità di approvvigionamento di energia elettrica sono piuttosto limitate e, se necessario, potrebbero essere risolte con l'ausilio di un generatore mobile.

1.9 Criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile, in relazione ai vantaggi per la mitigazione degli impatti, la minimizzazione dell'impiego di risorse e la produzione di residui di processo solidi, liquidi e gassosi

Per la redazione del progetto di coltivazione mineraria e per il presente S.I.A. i professionisti incaricati si sono avvalsi della loro pluriennale esperienza in materia e del supporto tecnico-scientifico di specialisti nelle tematiche affrontate.
Il lavoro interdisciplinare intercorso ci ha permesso di raggiungere i seguenti obiettivi:
a) razionalità del metodo di scavo adottato: per lotti, a gradoni multipli discendenti con sbassi posti in corrispondenza dei contatti litologici. Per minimizzare i movimenti di terra e costi il materiale sterile estratto sarà direttamente utilizzato per la colmata del lotto principale. Per la natura dei terreni interessati dalla coltivazione si può escludere l'utilizzazione di esplosivi. Tutta la movimentazione delle terre all'interno del cantiere sarà eseguita con l'impiego di escavatori meccanici e dumper o similari, mentre l'accesso ai lotti di coltivazione sarà reso possibile da rampe camionabili in ingresso fino al raggiungimento della quota di progetto (in scavo) e in uscita, da eliminare con il procedere della coltivazione sul lotto successivo.
b) sicurezza del cantiere: assenza di fronti di elevato di slivello, stabilizzazione dei materiali in accumulo e delle scarpate, annaffiamento dei cumuli di materiali estratti, dei piazzali e delle piste interne, osservanza delle norme e delle prescrizioni vigenti in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro L. 626/1994 (oggi completamente trafuso su D.Lgs. 81/08, recante il nuovo Testo unico sulla sicurezza sul lavoro) e dal D.lgs 624/1996;
c) contenimento delle emissioni: attrezzature e macchine utilizzate "messe a norma", conformemente a leggi e normative vigenti in materia di scarichi gassosi e rumore (L. 447/1995);
d) mitigazione degli impatti: specificità e modalità di esecuzione del progetto escludono che si possano verificare inquinamenti di tipo chimico. I possibili impatti conseguenti all'attività estrattiva sono riferibili al suolo, all'aria, alle emissioni foniche, alle specie vegetali, alla risorsa idrica, all' alterazione della destinazione d'uso e delle potenziali risorse del sito; alla visibilità della miniera; all'aumento del traffico sulla rete viaria afferente. Le mitigazioni previste sono riferibili al preventivo innaffiamento di piste, piazzali e materiali nei periodi maggiormente siccitosi e ventosi, all'adeguato silenziamento dei motori dei mezzi d'opera ed alla disposizione delle terre di risulta in cumulo anche in funzione di barriera antirumore ed antipolvere. L'impatto sulla risorsa idrica verrà mitigato dal convogliamento delle acque di deflusso in seguito al tracciamento delle linee di compluvio e di invaso. In seguito ad eventi meteorici eccezionali i fini presenti nell'area di cava potrebbero esser presi in carico dalle acque di scorrimento superficiale. La logistica di escavazione prevede che l'apertura dello scavo sia ubicata nella parte SW del giacimento con ingresso direttamente dalla strada vicinale del Sassitu. Il percorso dei mezzi di trasporto per arrivare agli impianti di Villaspeciosa (CA) eviterà l'attraversamento dei centri abitati. Si prevede la movimentazione di circa 14 autoarticolati al giorno, per circa sette mesi l'anno.
e) assenza di materiali residui: a parte la temporanea e modesta presenza in cumulo dei materiali inerti risultanti, destinati al progressivo rimodellamento morfologico in fase di ripristino, si esclude la possibilità che permangano nell'ambiente residui di qualsiasi natura.

1.10 Analisi costi-benefici relativa alle varie opzioni

L'interruzione dell'attività produttiva (a qualsiasi causa imputabile) a fronte dell'utilizzo a fini agropastorali, comporterebbe significative conseguenze di ordine economico (perdita di quote di mercato) e sociale.
Il completo ripristino del sito riaffermerà naturalmente in poche stagioni l'equilibrio ambientale originario, senza bisogno di ulteriori interventi.
L'impatto ambientale attribuibile all'intervento, rapportato al contesto naturalistico complessivo della Piana Di Chilivani - Ozieri, risulta marginale, temporaneo e di modesta entità.

1.11 Indicazione delle possibili alternative di localizzazione dell'attività e delle modalità di intervento. analisi ambientale, progettuale e socio economica delle alternative considerate

I - Alternativa 0
Nell'alternativa zero si ipotizza la non realizzazione del progetto; Rispetto a tale eventualità la probabile evoluzione dell'area sarebbe legata all'attuale destinazione d'uso agricolo-pastorale.
II - Alternativa 1
Una possibile alternativa potrebbe essere quella di operare la coltivazione in sotterraneo.
Una scelta di questo tipo non è idonea a causa della natura e delle caratteristiche geometriche del giacimento che affiora a profondità esigua. Da un punto di vista economico, visto il valore commerciale delle bentoniti, tale scelta incrementerebbe notevolmente i costi di gestione della miniera in quanto più impegnativa e laboriosa per i diversi problemi che si devono affrontare quali il sostegno della volta delle gallerie, la movimentazione del minerale (più difficoltosa ancora se il fronte di coltivazione è ad altezza diversa rispetto all'imbocco della galleria), l'illuminazione e l'impianto d'aerazione.
A quanto sopra esposto occorre aggiungere la necessità d'ingaggiare manodopera specializzata che si riflette nella levitazione dei costi d'estrazione e nella riduzione dei margini di guadagno.
Le suddette considerazioni inducono a concludere che la coltivazione del giacimento in galleria sia irrazionale ed antieconomica sotto tutti gli aspetti, pertanto, adducendo gli anzidetti motivi, non si ritiene attuabile l'ipotesi di coltivazione in sotterraneo del giacimento.

2. Quadro Programmatico

Introduzione

Il Quadro Programmatico, secondo l'Allegato A2 alla Delibera della Giunta Regionale. del 23 aprile 2008, n. 24/23, fornisce gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale e contiene l'individuazione di eventuali vincoli presenti sull'area interessata (vincoli paesistici, naturalistici storico-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. E' comunque escluso che il giudizio di compatibilità ambientale abbia ad oggetto i contenuti dei suddetti atti di pianificazione e programmazione, nonché la conformità dell'opera ai medesimi.

Il quadro di riferimento programmatico in particolare comprende:

a) la descrizione del progetto in relazione agli stati di attuazione degli strumenti pianificatori, di settore e territoriali, nei quali è inquadrabile il progetto stesso; per le opere pubbliche sono precisate le eventuali priorità ivi predeterminate;

b) la descrizione dei rapporti di coerenza del progetto con gli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori, evidenziando, con riguardo all'area interessata:

- le eventuali modificazioni intervenute con riguardo alle ipotesi di sviluppo assunte a base delle pianificazioni;
- l'indicazione degli interventi connessi, complementari o a servizio rispetto a quello proposto, con le eventuali previsioni temporali di realizzazione;

c) l'indicazione dei tempi di attuazione dell'intervento e delle eventuali infrastrutture a servizio e complementari.

Il quadro di riferimento descrive inoltre:

a) l'attualità del progetto e la motivazione delle eventuali modifiche apportate dopo la sua originaria concezione;

b) le eventuali disarmonie di previsioni contenute in distinti strumenti programmatori.

Deve essere verificato, ai fini della procedibilità, che le opere siano previste dai vigenti strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, o non siano in contrasto con disposizioni di legge o altre normative. In particolare, nella presente sezione dello studio, vengono sintetizzati i contenuti e gli obiettivi degli strumenti di pianificazione di interesse con particolare riferimento a quelli che, per la tipologia, l'ubicazione e le caratteristiche dell'impianto proposto, risultano poter avere maggior pertinenza con il progetto.

In sintesi gli atti e gli strumenti presi in considerazione nella presente analisi, ritenuti di rilievo per il progetto, sono riconducibili al seguente schema:

a)Pianificazione di settore:

- Piano Regionale per le Attività Estrattive.

b) Pianificazione territoriale:

- Piano Paesaggistico Regionale.
- Piano Urbanistico Provinciale.
- Piano Urbanistico Comunale.

c) Pianificazione regionale e risanamento della qualità ambientale

- Piano Tutela delle Acque.
- Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche.
- Piano di prevenzione e risanamento della qualità dell'aria.
- Piano Forestale Ambientale Regionale.

d) Pianificazione di bacino

- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI).

d) Pianificazione delle aree di salvaguardia

- Rete Natura 2000 e aree vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/04.

e) Pianificazione socio economica
- Programma Operativo Regionale (POR).
- Programma di Sviluppo Rurale (PSR).

2.1 Pianificazione di settore

2.1.1 Piano Regionale per le Attività Estrattive (PRAE)

La pianificazione delle attività estrattive è stata introdotta nella normativa regionale dalla legge regionale n. 30 del 7 giugno 1989, che le attribuisce le finalità di strumento di programmazione del settore e di preciso riferimento operativo. La legge richiede al piano regionale delle attività estrattive di indicare gli obiettivi e le strategie del settore, i mezzi per il loro conseguimento, nonché l'individuazione delle aree da destinare ad attività estrattiva, in armonia ed in coordinazione con la tutela dell'ambiente e nel rispetto della pianificazione paesistica regionale.
La formulazione stessa della legge pone in evidenza le complessità tipiche della pianificazione in materia di attività estrattive. Il settore sfrutta risorse non rinnovabili la cui estrazione produce inevitabili impatti ambientali; si tratta, però, di prodotti indispensabili per la costruzione di edifici e infrastrutture e per l'approvvigionamento delle materie prime necessarie al sistema produttivo che soddisfa i nostri quotidiani bisogni.
Il P.R.A.E. recepisce pertanto il quadro di prescrizioni e indirizzi e di definizione e individuazione dei relativi ambiti territoriali, posto dal P.P.R. e/o dalla normativa regionale, statale e comunitaria in tema di tutela ambientale e paesaggistica. Obiettivo specifico del P.R.A.E. è, in coerenza con il piano paesaggistico regionale, il corretto uso delle risorse estrattive, in un quadro di salvaguardia dell'ambiente e del territorio, al fine di soddisfare il fabbisogno regionale di materiali di cava per uso civile e industriale, e valorizzare le risorse minerarie (prima categoria) e i lapidei di pregio (materiali seconda categoria uso ornamentale) in una prospettiva di adeguate ricadute socioeconomiche nella regione sarda. In altre parole, obiettivo del P.R.A.E. è il conseguimento nel breve medio periodo di un migliore livello di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'attività estrattiva.
Il P.R.A.E., pertanto, definisce prescrizioni e indirizzi rivolti agli operatori del settore e agli enti competenti nelle funzioni di programmazione, governo e controllo delle attività estrattive di prima e seconda categoria, finalizzati a conseguire obiettivi specifici di sviluppo sostenibile del settore estrattivo. Sono oggetto del P.R.A.E. le attività di ricerca e di coltivazione di sostanze minerali e delle energie del sottosuolo, industrialmente utilizzabili, sotto qualsiasi forma o condizione fisica, distinte nelle due categorie: prima categoria, miniere, e seconda categoria, cave, a norma del R.D. 29 luglio 1927, n. 1443 e ulteriormente classificate, relativamente alla seconda categoria, a norma dell'art. 2 della L.R. 30/89 in: a) rocce ornamentali; b) materiali per usi industriali; c) materiali per costruzioni ed opere civili.
La normativa di attuazione del piano contiene:
- Prescrizioni e indirizzi per il rilascio di autorizzazioni di nuove cave, rinnovo delle autorizzazioni per completamento e ampliamento, autorizzazioni di cave in regime di prosecuzione, riattivazione e reinserimento di cave dismesse.
- Prescrizioni e indirizzi per il rilascio di concessioni minerarie.
- Prescrizioni per le procedure amministrative di istruttoria delle autorizzazioni/concessioni attraverso la conferenza di servizi e l'istituzione dello sportello unico.
- Prescrizioni e indirizzi per la vigilanza in ordine al rispetto del progetto e delle prescrizioni dell'autorizzazione e per la vigilanza sulle norme di polizia mineraria e delle cave, nonché sulla sicurezza e salute dei lavoratori.
- Prescrizioni e indirizzi per la redazione dei piani attuativi delle aree ad alta intensità di attività estrattive necessari per l'adeguamento dei Piani urbanistici comunali al P.R.A.E.
- Prescrizioni e indirizzi per la redazione dei progetti di attività estrattive.

- Linee guida relative a indirizzi per la coltivazione e il recupero delle cave e delle miniere, per le destinazioni finali dei siti estrattivi, per la redazione dei progetti di cave ricadenti nelle aree ad alta densità di attività estrattiva, per la valutazione degli aspetti del paesaggio e la redazione dei progetti di recupero ambientale, per la valutazione di progetti in sede delle conferenze dei servizi.
- Prescrizioni e indirizzi per la semplificazione dei procedimenti amministrativi "Sportello Unico". IL P.R.A.E. individua gli ambiti territoriali estrattivi in cui è consentita l'attività estrattiva; in via preliminare tali ambiti coincidono con i giacimenti attualmente sfruttati: concessioni minerarie; aree di autorizzazione delle cave autorizzate, aree estrattive delle cave in istruttoria rilevate all'anno 2006.

Il P.R.A.E. prescrive che i comuni adeguino il piano urbanistico comunale, con delimitazione delle sottozone D estrattive nelle aree individuate dal P.R.A.E., e predispongano la relativa normativa per la conduzione dell'attività estrattiva e previsione di destinazione d'uso finale dell'area. La N.T.A. del P.R.A.E. contiene prescrizioni e indirizzi per l'adeguamento dei P.U.C. al P.R.A.E. e per l'accertamento di nuovi giacimenti a seguito della ricerca mineraria:

- le perimetrazioni delle zone D estrattive, in presenza di giacimento sfruttabile, dovranno considerare aree che assicurino una coltivazione agli attuali ritmi produttivi di almeno 20 anni;
- le zone D comprenderanno generalmente: Area estrattiva; Area impianti e di stoccaggio; Area per le strutture di servizio; Area di Rispetto;
- nel caso di più cave attive e o dismesse contigue, la zona D è perimetrata mediante inviluppo delle cave con vincolo di rapporto tra area effettivamente interessata dall'attività estrattiva e area di inviluppo > del 75%; per tali zone dovrà essere predisposto obbligatoriamente il piano attuativo di zona per la migliore coltivazione del giacimento, e razionale recupero dell'area. Tale piano dovrà essere predisposto da consorzio degli operatori interessati o, nei casi di insolvenza, dall'Ente pubblico a spese degli operatori;
- nelle more dell'adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.R.A.E., l'attività estrattiva è consentita esclusivamente all'interno delle concessioni minerarie e delle cave in esercizio individuate dal PRAE.

In tema di ricerca mineraria il P.R.A.E. individua nella ricerca geologica di base e nella ricerca mineraria operativa (in regime di autorizzazione di'indagine o di permesso di ricerca), gli strumenti necessari per la conoscenza delle risorse minerarie presenti nel territorio regionale e per la valutazione di sostenibilità ambientale sociale ed economica della loro eventuale valorizzazione. In quanto attività potenzialmente impattante, la ricerca mineraria in regime di autorizzazione di indagine o permesso di ricerca è sempre soggetta alle procedure di verifica o V.I.A. Finalità della ricerca mineraria in regime di permesso di ricerca è l'accertamento del giacimento minerario mediante indagini adeguate alla valutazione di fattibilità tecnico economica, tale valutazione deve tenere conto dei costi del recupero ambientale, dei costi degli interventi di mitigazione degli impatti, degli oneri finanziari connessi alle garanzie fideiussorie.

I contenuti dello studio di fattibilità conclusivo degli esiti della ricerca mineraria e allegato all'istanza di concessione mineraria sono precisati nella N.T.A. del P.R.A.E. L'esito positivo della ricerca mineraria è condizione necessaria ma non sufficiente per l'ottenimento della concessione mineraria. La concessione mineraria può essere concessa a condizione di V.I.A. favorevole, a seguito di una valutazione positiva di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'iniziativa. L'eventuale esito positivo della ricerca mineraria in regime di permesso di ricerca quindi non dà luogo ad alcuna aspettativa o diritto da parte del ricercatore in merito all'ottenimento della concessione mineraria per lo sfruttamento del giacimento.

Nuove concessioni minerarie possono essere rilasciate previo:

- positivo esito dell'istanza di concessione, fondata sulla valutazione di fattibilità tecnico economica dello sfruttamento del giacimento minerario, basata sui risultati della ricerca mineraria eseguita in regime di permesso di ricerca;
- positivo esito della procedura di V.I.A.

Le istanze di ricerca o concessione possono essere respinte qualora nel corso del procedimento emerga che l'intervento pregiudichi interessi pubblici ritenuti prevalenti. Relativamente a nuovi interventi di carattere estrattivo o infrastrutturale da realizzare all'interno delle concessioni

minerarie vigenti e non già autorizzati con il provvedimento di concessione, o significative varianti di quelli autorizzati, occorre effettuare procedura di verifica/V.I.A.
Tali interventi se ricadenti all'interno della concessione sono comunque da ritenersi ammissibili a procedura anche se ricadenti in aree con vincoli ostativi per l'attività estrattiva.
Successivamente il P.R.A.E. descrive i criteri per la buona pratica delle coltivazioni minerarie sotto il profilo della sicurezza delle maestranze, dei non addetti ai lavori, di opere e manufatti e dell'ambiente dalla nascita alla morte della miniera sancita dalla fase di ripristino ambientale.
In questo contesto, come si potrà evincere dalla lettura del capitolo inerente il quadro progettuale, l'attività prospettata è in accordo con quanto stabilito dal P.R.A.E.

- Relazioni con il progetto
L'area di studio ricade nell'inquadramento territoriale proposto dal piano e riportato in Fig. 2.1.1/A.
Il progetto di coltivazione in oggetto è coerente con gli obiettivi e le strategie di settore del PRAE, in particolare con l'obiettivo di conseguire nel breve medio periodo un migliore livello di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'attività estrattiva.

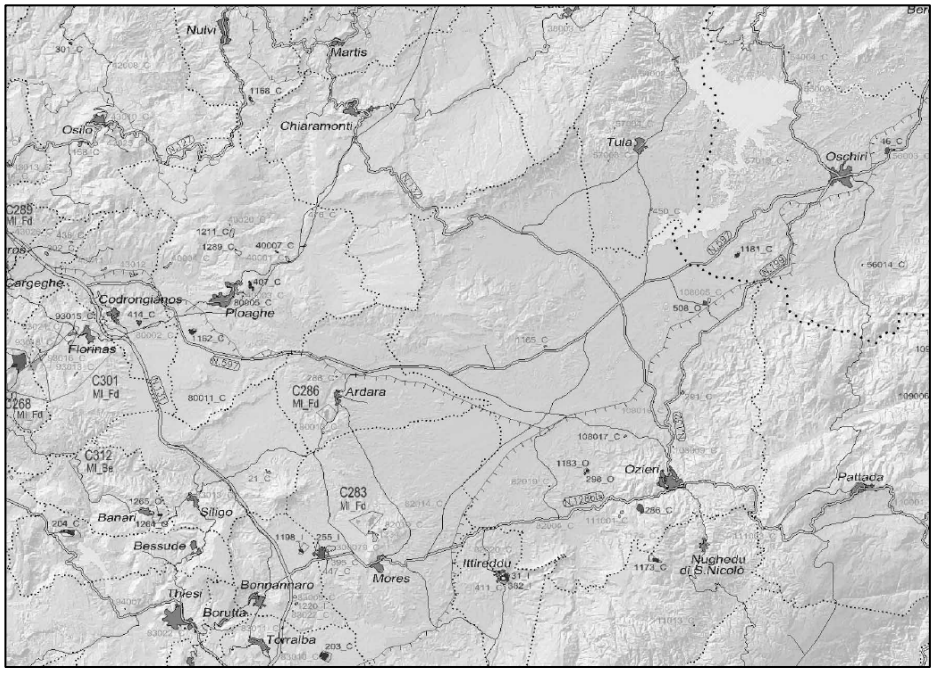


Fig. 2.1.1/A: attività estrattive, stralcio inquadramento territoriale, Piano Regionale Attività Estrattive, Regione Autonoma della Sardegna

2.2 Pianificazione territoriale

Le attività di uso e tutela del territorio regionale sono disciplinate dalla Legge urbanistica n. 45 del 1989 ("Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale") e s.m.i., la quale individua soggetti e strumenti della pianificazione territoriale. *La Regione, le Province, i Comuni singoli o associati ( ), esercitano, negli ambiti delle rispettive competenze definiti dalla presente legge, le funzioni relative alla pianificazione urbanistica concernenti la disciplina dell'uso del territorio e di salvaguardia ambientale* (art.4. c.1).
Segue l'analisi degli strumenti territoriali di riferimento per l'ambito di studio.

2.2.1 Il Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico della Regione Sardegna (P.P.R.), L.R. 25 novembre 2005, n. 8, è stato approvato con D.G.R. 36/7 del 5 settembre del 2006**.** Tale Piano è rivolto a tutti i soggetti che

operano nella pianificazione e gestione del territorio sardo, in particolare alla Regione, alle Province, ai Comuni e loro forme associative, agli enti pubblici statali e regionali, comprese le università e i centri di ricerca, e ai privati. Con il P.P.R. la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, attraverso le interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, li considera fondamentali per lo sviluppo, li tutela e ne promuove la valorizzazione.

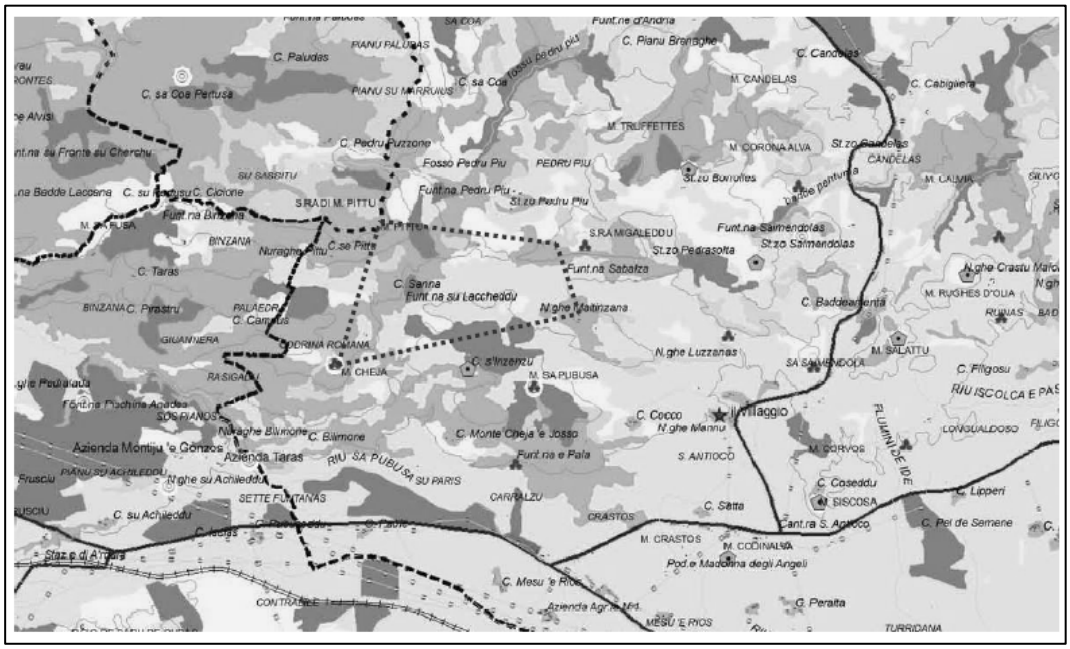


Fig. 2.2.1/A: Inquadramento PPR, scala 1:50000; Regione Autonoma della Sardegna**.**

Secondo le "Norme Tecniche di Attuazione" (NTA) del P.P.R, (allegate alla delibera G.R. n. 36/7), sezione I, titolo I –Assetto ambientale-, art. 21 comma 1, l'area di Monte Furros è in gran parte ascrivibile alle seguenti aree: "*Aree naturali e subnaturali" e "Aree ad utilizzazione agroforestale*" (Fig. 2.2.1/A).

L'art. 23 definisce le prescrizioni per le Aree naturali e sub naturali nella quale sono vietati:

a) qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica;

b) nei complessi dunali con formazioni erbacee e nei ginepreti le installazioni temporanee e l'accesso motorizzato, nonché i flussi veicolari e pedonali incompatibili con la conservazione delle risorse naturali;

c) nelle zone umide temporanee tutti gli interventi che, direttamente o indirettamente, possono comportare rischi di interramento e di inquinamento;

d) negli habitat prioritari ai sensi della Direttiva "Habitat" e nelle formazioni climatiche, gli interventi forestali, se non a scopo conservativo.

2. La Regione prevede eventuali misure di limitazione temporanea o esclusione dell'accesso nelle aree di cui al precedente comma in presenza di acclarate criticità, rischi o minacce ambientali, che ne possano compromettere le caratteristiche.

Mentre per le "Aree ad utilizzazione agroforestale, all'art. 29, le prescrizioni sono dirette a:

a) vietare trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o

necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, con le cautele e le limitazioni conseguenti e fatto salvo quanto previsto per l'edificato in zona agricola di cui agli artt. 79 e successivi;
b) promuovere il recupero delle biodiversità delle specie locali di interesse agrario e delle produzioni agricole tradizionali, nonché il mantenimento degli agrosistemi autoctoni e dell'identità scenica delle trame di appoderamento e dei percorsi interpoderali, particolarmente nelle aree perturbane e nei terrazzamenti storici;
c) preservare e tutelare gli impianti di colture arboree specializzate.
L'art. 24 definisce gli indirizzi per le aree naturali e subnaturali.
a) Regolamentare:
1) le attività escursionistiche e alpinistiche nelle falesie, scogliere, isole disabitate e negli ambienti rocciosi ospitanti siti di nidificazione di rapaci, di uccelli marini coloniali e di altre specie protette di interesse conservazionistico e nei siti di importanza bio-geografica per la flora e la fauna endemica;
2) le attività turistiche e i periodi di accesso agli scogli e alle piccole isole, compresa la fascia marittima circostante ed altri siti ospitanti specie protette di interesse conservazionistico in relazione ai loro cicli riproduttivi;
3) l'accesso nelle grotte e negli ambienti cavernicoli;
4) nelle aree di cresta e nei depositi di versante, la sentieristica e la circolazione veicolare tenendo conto della salvaguardia e dell'integrità degli habitat maggiormente fragili;
5) nelle zone umide temporanee mediterranee e nei laghi naturali, gli interventi di gestione in modo da evitare o ridurre i rischi di interramento ed inquinamento;
6) nei ginepreti delle montagne calcaree e nelle aree costiere dunali, gli interventi in modo da vietare tagli e utilizzazioni che compromettano il regolare sviluppo della vegetazione;
7) con riferimento ai sistemi fluviali e alle relative formazioni riparali con elevato livello di valore paesaggistico, l'attività ordinaria di gestione e manutenzione idraulica in modo da:
a) assicurare la massima libertà evolutiva dei corsi d'acqua;
b) controllare l'interazione con le dinamiche marine in particolare per quanto concerne le dinamiche sedimentologiche connesse ai trasporti solidi ed i rischi di intrusione del cuneo salino;
c) evitare o ridurre i rischi di inquinamento e i rischi alluvionali;
d) mantenere o migliorare la riconoscibilità, la continuità e la compatibile fruibilità paesaggistica;
e) mantenere od accrescere la funzionalità delle fasce spondali ai fini della connettività della rete ecologica regionale;
f) disciplinare le attività di torrentismo, della caccia e della pesca sportiva.
L'art. 30 definisce indirizzi per le Aree ad utilizzazione agroforestale:
- migliorare le produzioni e i servizi ambientali dell'attività agricola;
- riqualificare i paesaggi agrari;
- ridurre le emissioni dannose e la dipendenza energetica;
- mitigare o rimuovere i fattori di criticità e di degrado.
Il P.P.R. nella Relazione Generale, alla Sezione II: "*Componenti di paesaggio con valenza ambientale*", definisce, per ciascuna delle categorie fisico-ambientali, specifici caratteri di sensibilità ambientale, basati sulla valutazione dei requisiti di qualità ambientale espressi da ciascuna categoria e sulla capacità del sistema di tollerare, senza una potenziale destabilizzazione degli equilibri ambientali portanti, differenti gradi di interferenza sui propri processi ambientali di funzionamento in relazione ad eventuali interventi ed attività sul territorio.
Tali caratteri di sensibilità vengono descritti principalmente sulla base di due possibili modalità di interazione tra attività e luoghi:
- rapporti di interferenza potenziale che definiscono condizioni strutturali di criticità da un punto di vista della possibilità di compromissione degli equilibri ambientali portanti del sistema. In rapporto alle caratteristiche intrinseche del sistema ambientale e rispetto ai requisiti di qualità della risorsa, si riconoscono condizioni di incompatibilità con interventi ed attività in relazione alle quali si configurano tali potenziali condizioni di interferenza.

- rapporti di interferenza potenziale che definiscono condizioni specifiche di criticità rispetto alla capacità di incidere negativamente sugli equilibri ambientali portanti del sistema e innescare processi degenerativi dell'assetto morfoevolutivo. In questo caso è riconosciuta la possibilità di compromissione o degrado dei caratteri qualificanti della risorsa ambientale, mentre non si escludono eventuali conseguenze più estese a carico del sistema territoriale nel suo complesso. Queste ultime possono verificarsi in seguito al coinvolgimento, all'interno di un processo degenerativo, di porzioni più vaste e componenti più numerose del sistema. Il riconoscimento delle condizioni di compatibilità ambientale degli interventi ed attività rispetto al quadro di sensibilità individuato, richiede la valutazione specifica e contestuale delle condizioni di incidenza ambientale delle iniziative, sia alla scala locale che a quella del sistema ambientale nel suo complesso.
Sulla base dei rispettivi caratteri di sensibilità e del quadro di criticità evidenziato, le categorie individuate tendono a definire tre classi di orientamento generale per quanto attiene alle opportunità di gestione dei processi territoriali in una prospettiva di sostenibilità ambientale degli interventi:

- *classe A: situazioni in cui i requisiti di qualità ambientale della risorsa richiedono sia garantita la minima interferenza rispetto alle tendenze evolutive caratteristiche della dimensione ambientale e naturale del sistema, ovvero il loro accompagnamento in funzione del ristabilimento degli equilibri ambientali dell'area;*
- *classe B: situazioni in cui i requisiti di qualità ambientale della risorsa richiedono una gestione attiva strettamente riferita alle specificità della dimensione ambientale del sistema. Si riconosce in particolare la ricorrenza di condizioni di sensibilità specifica della componente in relazione al funzionamento ambientale del sistema;*
- *classe C: situazioni in cui i requisiti di qualità ambientale della risorsa, alla scala delle valutazioni condotte, individuano meno espressamente degli indirizzi generali di gestione rispetto alle opportunità di sviluppo sostenibile del territorio.*

Sempre nella sopraccitata Sezione II della Relazione Generale al P.P.R., vengono definite le Categorie Fisico-Ambientali. Secondo i "requisiti di individuazione" adottati, l'area in esame rientra tra le "Piane alluvionali recenti dei corsi d'acqua".
I "Rapporti di interferenza" prevedono che i requisiti di qualità ambientale della risorsa richiedono una interferenza minima sugli equilibri portanti del sistema ambientale in relazione ad interventi ed attività che comportino:

- *l'alterazione dell'equilibrio idrogeologico nelle piane costiere tra acque dolci e acque saline soprattutto in relazione al bilancio tra processi di ripascimento idrico degli acquiferi e prelievi idrici in falda;*
- *l'alterazione del profilo di equilibrio geomorfologico dei corsi d'acqua;*
- *l'alterazione dei processi di ripascimento idrico delle falde in generale;*
- *l'alterazione delle dinamiche fluviali di scorrimento delle acque, di elaborazione ed evoluzione delle sponde e degli argini, e di alluvionamento in rapporto ai fenomeni di piena;*
- *l'alterazione delle dinamiche di trasporto detritico fluviale verso il sistema costiero;*
- *la dispersione di prodotti contaminanti nel suolo e sottosuolo.*

Mentre i caratteri di potenziale criticità specifica da valutare contestualmente risultano riferiti ad interventi ed attività che comportino:
la riduzione e il degrado della superficie caratterizzata da suoli con elevate potenzialità agricole e forestali;
la riduzione della quantità e della qualità del contenuto organico nei suoli e a disposizione di questi ultimi;
l'alterazione della struttura dei suoli e delle funzioni di quest'ultima;
l'alterazione degli equilibri tra componente vegetazionale, pratiche agricole, e componente pedologica.

- Relazioni con il progetto
Il progetto di cui trattasi si inserisce in un ordinamento di gestione di classe B.

Nella carta illustrativa dell'Assetto ambientale l'area di intervento è in gran parte ascrivibile alle seguenti aree: "Aree naturali e subnaturali" e "Aree ad utilizzazione agroforestale" nelle quali "possono essere consentiti interventi di trasformazione urbana, giustificati dalle previsioni insediative dello strumento urbanistico comunale vigente, nelle aree di minore pregio, a condizione che non si oppongano specifiche ragioni paesaggistico ambientali che ne impediscano l'attuazione".
Nel caso specifico lo strumento urbanistico, un piano urbanistico comunale del 1991, non è stato ancora adeguato alle prescrizioni del PPR. Individua l'area di Monte Furros come area ad uso agricolo. Rispetto a tale uso il progetto prevede di sottrarre 9,84complessivi a tale uso per 23 anni, durata dei lavori. Spesso il suolo recuperato a seguito dell'attività mineraria presenta un potenziale agricolo più elevato conferendo al nuovo suolo una tessitura più favorevole. Con la sistemazione dello strato fertile di copertura il recupero sarà completato e l'area restituita all'uso agricolo originario o ad altre possibili utilizzazioni di valore economico superiore, non pregiudicandone in maniera permanente la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica (art. 23 lettera a).
Le interferenze del progetto con l'ambiente sono limitate, circoscritte, reversibili e temporanee e possono essere schematicamente riassunte come segue:

- *alterazione estremamente circoscritta delle componenti vegetazionale e faunistica;*
- *alterazione del preesistente livello di inquinamento acustico e di polveri aerodisperse;*
- *alterazione della destinazione d'uso del suolo;*
- *alterazione del traffico lungo la rete viaria afferente.*

La carta illustrativa dell'Assetto storico-culturale, segnala la presenza di numerosi insediamenti archeologici.
Dalla carta relativa all'assetto insediativo, si evidenzia che nell'area riferibile al progetto sono presenti "centri di antica e prima formazione", ma non insistono strade o ferrovie a specifica valenza paesaggistica e panoramica.

2.2.2 Il Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P)

Il Piano Urbanistico Provinciale della Provincia di Sassari è stato approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 18 del 4 Maggio 2006.
In particolare il P.U.P.:
a) individua e orienta l'attività di governo del territorio provinciale condotta dalla stessa Provincia e dai singoli Comuni;
b) rappresenta un quadro di riferimento e di coerenze per la programmazione, la pianificazione e la progettazione sia regionale che provinciale;
c) rappresenta, assieme agli strumenti di programmazione e di pianificazione regionale,il riferimento per la verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali."
Tale piano è sviluppato secondo il sistema delle "ecologie complesse" che rappresentano il complesso dei valori storico ambientali ai quali il Piano riconosce rilevanza. Le ecologie costituiscono inoltre la base di partenza del progetto ambientale ed in funzione di esse vengono fissati gli usi compatibili con il territorio; per quel che riguarda l'opera in esame risulta di particolare interesse l'analisi del punto di approdo della condotta, infatti in tali punti il Piano riconosce la presenza delle aree a maggiore sensibilità. Il Piano descrive ciascuna ecologia complessa e ne indica le ecologie elementari costituenti; individuate tali componenti fissa gli usi del territorio compatibili con le esigenze di salvaguardia proprie di questi ambiti.
In seno al P.U.P., capitolo VI "Ecologie", il territorio entro il quale ricade l'area in esame è inquadrato all'interno delle "componenti complesse"del Coghinas Occidentale entro le quali è incluso, oltre la piana irrigua di Chilivani, anche il Lago del Coghinas.
Tale territorio è interessato da un sistema di processi, tra i quali si riconosce una particolare rilevanza, in quanto essenziale alla natura ed alla storia del territorio, al processo di formazione del corpo idrico. Su di esso influiscono, in modo significativo per la qualità degli esiti, le attività

agricole e zootecniche semintensive ed estensive poste all'interno del bacino imbrifero su sedimenti miocenici e, nella valle del lago, le immissioni dovute ai reflui urbani e industriali.
La qualità e la sensibilità della componente complessa del Coghinas occidentale è tale da richiamare l'esigenza di una corretta gestione del territorio sotto il profilo qualitativo e quantitativo del processo produttivo agricolo e zootecnico, favorendo interventi silvocolturali. La componente complessa del Coghinas occidentale comprende le seguenti componenti elementari: Lago del Coghinas, Su Sassu, Aree ad uso agricolo estensivo, Piana Irrigua di Chilivani, Aree ad uso agricolo semi-intensivo, Acque termominerali di Othila, Giacimenti sabbie silicee di Mores, Giacimenti sabbie silicee di Ardara, Giacimenti sabbie silicee di Plaghe, Paleo edificio vulcanico di Monte Arana, Paleo edificio vulcanico di Monte Oes, Paleo edificio vulcanico di Monte Frusciu, Paleo edificio vulcanico di Monte Meddaris, Paleo edificio vulcanico di Ittireddu.
Il capitolo VIII, "Campi del progetto ambientale", Campo dell'area irrigua del Consorzio di Bonifica del N Sardegna (Piana di Chilivani), precisa ed analizza quanto individuato nelle "*componenti complesse*". Il quadro di partenza osserva che i territori dell'area irrigua sono in prevalenza in piano, con media o elevata profondità dei substrati e dotati di reti consortili per la distribuzione dell'acqua proveniente dai grandi invasi. Le variazioni nel regime pluviometrico che comunque rientrano in quelle tipiche dell'ambiente mediterraneo, riescono a compromettere il fragile sistema di captazione, accumulo e distribuzione della risorsa idrica superficiale. L'utilizzo prevalente da parte delle aziende è quello zootecnico e precisamente la zootecnica da latte basata su allevamenti ovini intensivi (10 capi\ha) e bovini di razze da carne con incrocio industriale e l'ingrasso del vitello (soprattutto Limousine). Le aree irrigate sono soprattutto adibite a pascoli, erbai e cereali da insilare e da granella, ma si segnala anche l'affermarsi dell'orticoltura. E' previsto un massimo di 2.500 ha irrigati. Il fabbisogno irriguo annuo è stimato in 6.000 mc\ha. Il sistema è costituito da una condotta di adduzione che parte dalla diga di monte Lerno (Pattada) , con un primo tratto in galleria e un secondo tratto costituito da 2 condotte e una vasca di circa 25.000 mc a monte di un impianto per la produzione di energia elettrica, a valle dell'impianto vi è una vasca di 90.000 mc. Completano n. 5 vasche periferiche da complessivi 40.000 mc. Il sistema irriguo è costituito da una rete principale conformata ad anello chiuso. A livello aziendale è presente un gruppo di consegna con limitatore di portata, la portata in ingresso all'azienda è di 5- 40 l\s. L'aspersione è la tecnica più utilizzata e viene effettuata mediante l'uso di pivot (38%), impianti fissi (10%) e semoventi (50%). Solo il 2% della superficie è strutturato con impianti di microirrigazione. Esiste anche una rete di acqua per uso civile, proveniente da pozzi, che serve 200 aziende.
I problemi individuati, per la totale fruizione della risorsa, sono: la carente sistemazione idraulica dei terreni, l'assenza di una classe imprenditoriale capace di valorizzare la risorsa e anche la concorrenza all'uso idropotabile e industriale delle risorse idriche, in origine destinate all'agricoltura. Altrettanto fondamentale appare l'assistenza alle imprese nella fondamentale fase della commercializzazione dei prodotti.
Nelle ipotesi di soluzione si deve cercare di recuperare la risorsa idrica ottenendo sia una maggiore tutela dell'ambiente, che un potenziamento delle attività agricole. Infatti la costante disponibilità di adeguate risorse irrigue consente un organico processo di sviluppo, il quale deve essere sostenuto sia dalle necessarie infrastrutture, sia da efficienti servizi nella fase produttiva e di commercializzazione. Queste iniziative consentiranno non solo di innalzare la soglia di utilizzo delle aree già dominate dalla rete distributiva consortile, ma anche di avviare una conveniente espansione della trasformazione idraulica anche alle aree con suoli di media e medio bassa fertilità, dove avviare modelli produttivi a basso impatto ambientale (arboricoltura da legno, zootecnica semiestensiva con bovini e caprini, fruttiferi minori e specie aromatiche e liquoristiche, in sintonia con la politica agricola comunitaria. Deve inoltre essere accresciuta la responsabilità degli agricoltori nei confronti della risorsa acqua e incentivare tecniche irrigue alternative a risparmio idrico che abbattono i costi unitari d'irrigazione e al contempo consentono una gestione del suolo ecocompatibile.

- Relazione con il progetto
In considerazione della tipologia di progetto, non si rilevano significative interferenze fra la realizzazione dell'opera e la pianificazione provinciale di Sassari.

2.2.3. Il Piano Urbanistico Comunale

Il vigente Piano Urbanistico Comunale di Ozieri è stato approvato con Deliberazioni del Consiglio Comunale n. 29/92 e 52/92 ed in seguito ha subito diverse varianti.
L'Area in oggetto è classificata come zona agricola - E, definita dalle Norme di Attuazione del Piano come "*Parti del territorio destinate ad usi agricoli e quelli con edifici, attrezzature ed impianti connessi al settore agro pastorale e alla valorizzazione dei loro prodotti*". Per queste aree il Piano stabilisce gli indici fondiari e di edificabilità oltre a caratteristiche specifiche delle costruzioni come altezze e distanze. Sono inoltre consentiti "*impianti di interesse pubblico quali centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, cabine Enel ripetitori e simili*".

- Relazione con il progetto
In considerazione della tipologia di progetto, e della destinazione urbanistica dell'area la potenziale interferenza è la sottrazione di 9,84 complessivi a tale uso per 23 anni. Al termine del 23 anno il l'area del cantiere sarà completamente ripristinato e il suolo recuperato a seguito dell'attività mineraria avrà un potenziale agricolo più elevato.

2.3 Pianificazione regionale per il risanamento e la qualità dell'ambiente

In questo capitolo sono analizzate le relazioni tra il progetto e i principali strumenti regionali relativi alla salvaguardia e al risanamento ambientale.

2.3.1. Piano Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è stato redatto, ai sensi dell'Art. 44 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i., dal Servizio di Tutela delle Acque dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, con la collaborazione del Raggruppamento Temporaneo d'Imprese (R.T.I). Il PTA costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della legge n. 183 del 1989 e s.m.i..
Il documento, come previsto dalla L. R. 14/2000 è stato predisposto sulla base delle linee generali approvate dalla Giunta Regionale con D.G.R. 47/18 del 5.10.2005 ed in conformità alle linee-guida approvate da parte del Consiglio regionale, nella fase preparatoria è stato oggetto sia di un confronto col Piano Stralcio per l'Utilizzo delle Risorse Idriche e col Piano Regionale Generale Acquedotti, sia di una consultazione pubblica rivolta a tutte le istituzioni pubbliche e private interessate all'argomento.
Nella redazione del documento si è tenuto conto delle prescrizioni dettate dalla Direttiva 2000/60/CE che disciplina la redazione del Piano di Gestione dei bacini idrografici e che, pur non ancora recepita dallo Stato Italiano, non esonera le Regioni dall'applicazione della stessa. In realtà, il D. Lgs. 152/99, anticipando in larga parte il contenuto della Direttiva, all'epoca dell'emanazione dello stesso in avanzata fase di definizione, ha individuato nel Piano di Tutela un documento già pienamente rispondente al Piano di Gestione, a meno di alcuni elementi aggiuntivi che, in questa redazione, sono già stati in gran parte presi in considerazione.
Obiettivo fondamentale è pervenire alla costruzione di un Piano di tutela delle acque che sia strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea fondativa secondo la quale solo con interventi integrati che agiscano anche sugli aspetti quantitativi, non limitandosi ai

soli aspetti qualitativi, possa essere garantito un uso sostenibile della risorsa idrica, per il perseguimento dei seguenti obiettivi:
3) raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
4) recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
5) raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
6) lotta alla desertificazione.
Come previsto dalla Legge 183/89, la Regione integra il dispositivo del PTA con Direttive "alle quali devono uniformarsi la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli" (art. 17, comma 3, lettera c). Pertanto come ulteriore specificazione degli obiettivi di piano saranno individuate le materie e le problematiche che queste Direttive dovranno trattare. Queste Direttive dovranno, inoltre, essere recepite nei piani territoriali della Regione, delle Province e dei Comuni.
Il PTA e/o le Direttive regionali attuative dovranno includere le problematiche da approfondire nei Piani territoriali di coordinamento delle Province (PTCP) che potranno prevedere, in maggiore dettaglio, gli obiettivi di qualità da conseguire per i singoli corpi idrici, e le azioni e gli interventi per il raggiungimento degli obiettivi, cioè per l'attuazione delle misure, secondo quanto esplicitamente indicato nel programma di misure del PTA.
Il raggiungimento degli obiettivi avviene attraverso un insieme di misure e norme connesse all'attuazione del PTA.

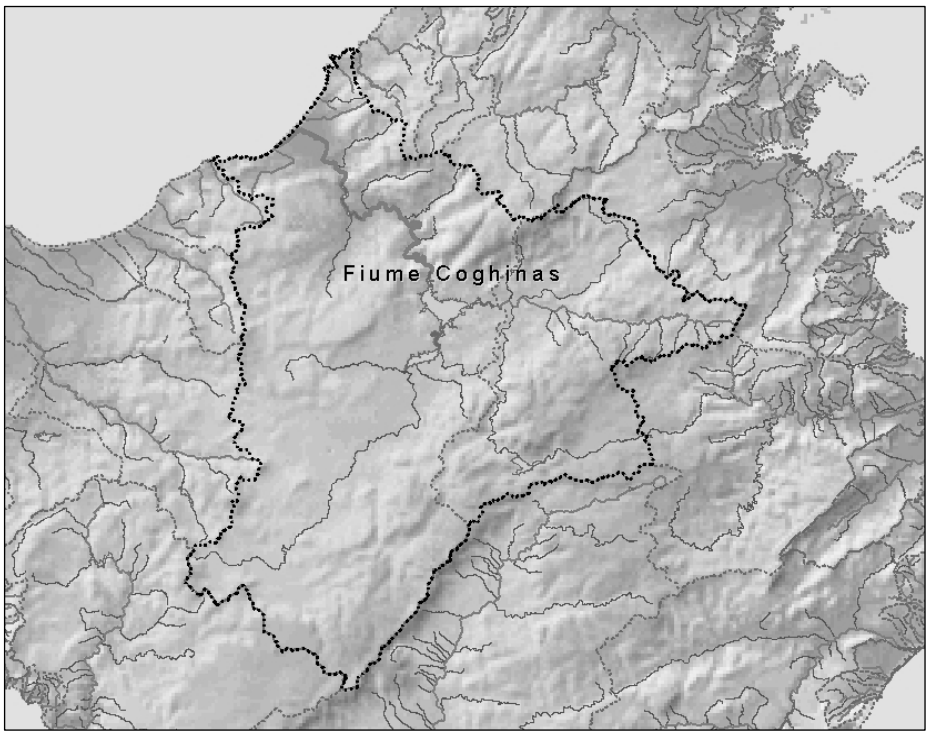


Fig. 2.3.1/A: l'Unità Idrografica Omogenea del Fiume Coghinas. Regione Sardegna, Piano di Tutela delle Acque (art. 44 D.Lgs.. 152/99 e s.m.i. - art. 2 L.R. 14/2000 - Dir. 2000/60/CE).

Nella redazione del PTA per le finalità derivanti dall'esigenza di circoscrivere l'esame di approfondimento, riservandolo a porzioni omogenee di territorio, si è suddiviso l'intero territorio Regionale in sedici Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi, a cui sono state convenzionalmente assegnate le rispettive acque superficiali interne nonché le relative acque sotterranee e marino – costiere. Il PTA costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della L.R. del 18 Maggio 1989, n. 183 e s.m.i. Tale legge attribuisce all'Autorità di Bacino, che in Sardegna è provvisoriamente rappresentata dalla Giunta Regionale, il governo della risorsa idrica.

- Relazione con il Progetto

La località di Monte Furros nel Comune di Ozieri appartiene all'UIO del Coghinas, Fig. 2.3.1/A.
In particolare, dalla Carta delle Aree sensibili alla desertificazione (scala 1:250.000), risulta che la zona in questione è classificata con la sigla C1 – Critica, al sesto grado di esposizione su nove. Queste zone sono descritte nella "Relazione generale" del PTA come "aree altamente degradate a causa del cattivo uso del territorio". Infatti, il Comune di Ozieri è uno dei comuni appartenenti all'U.I.O nel quale vi è un pericolo potenziale dato dall'insediamento industriale di Chilivani – Ozieri.
In considerazione della tipologia di opera e delle tecniche di utilizzo previste, gli impatti sulla componente sono trascurabili: non si rileva quindi alcuna interferenza fra la realizzazione del progetto e i contenuti del Piano di Tutela delle Acque. Non ci saranno alterazioni alla morfologia dei bacini e al regime idrico delle acque.

2.3.2 Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche

Il Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'Utilizzazione delle Risorse Idriche costituisce uno dei tasselli del complesso di attività di pianificazione che la Regione Sardegna ha sviluppato nel settore idrico, in applicazione della Legge n. 183/89 e del D.Lgs. N. 152/99 (ora D.Lgs. 152/2006 e s.m.i). L'obiettivo del Piano è definire, sulla base degli elementi fissati dal Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche (predisposto a seguito dell'ordinanza del Ministro dell'Interno n. 3196 del 12 Aprile 2002) gli interventi infrastrutturali e gestionali, nell'arco di tempo di breve-medio termine, necessari ad ottenere, con adeguato livello di affidabilità anche negli anni idrologicamente più difficili, l'equilibrio del bilancio domanda–offerta a livello regionale, nel rispetto dei vincoli di sostenibilità economica ed ambientale imposti dalle norme nazionali e comunitarie.
Il Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche è stato definitivamente adottato con DGR n. 17/15 del 26 Aprile 2006.
Il Piano ha il compito di individuare le situazioni di squilibrio nel sistema idrico regionale e definire una serie di interventi, gestionali ed infrastrutturali, compatibili con la vincolistica ambientale e la disponibilità economica, al fine di ristabilire una condizione di equilibrio del sistema idrico.
Scopo del Piano è quello di pervenire all'organizzazione coerente di "Progetti" partendo dalle proposte espresse dai soggetti interessati, tenuto conto dei vincoli e degli obiettivi di programmazione regionale fissati nel Piano Direttore.
La procedura adottata si basa sulla organizzazione delle proposte progettuali in sette sistemi di intervento: Posada-Cedrino, Cixerri, Gallura, Nord-Occidentale, Tirso, Sud Sardegna, Sulcis.

- Relazione con il Progetto

In considerazione della tipologia di progetto, il Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche non presenta elementi in contrasto con la realizzazione del progetto.

2.3.3 Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 55/6 del 29 Novembre 2005 è stato approvato il Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente in Sardegna, di cui al Decreto Legislativo n. 351/99. Il Piano è costituito dai due documenti tecnici:
Valutazione della qualità dell'aria e zonizzazione, in cui vengono riportati i risultati relativi al censimento delle emissioni, all'analisi delle stesse, definita la qualità dell'aria ambiente in Sardegna e, tenuto conto delle criticità ambientali rilevate nel territorio regionale, viene individuata una prima zonizzazione con l'indicazione delle aree potenzialmente critiche per la salute umana e per gli ecosistemi.
Individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.Lgs. n. 351/99, che contiene:
la valutazione finale della qualità dell'aria ambiente, effettuata dopo le opportune verifiche,
la zonizzazione definitiva del territorio regionale,
le azioni e gli interventi da attuare per il raggiungimento dei valori di qualità nelle aree critiche,
le azioni dirette a mantenere la migliore qualità dell'aria ambiente nelle restanti aree del territorio regionale.

- Relazione con il Progetto
Non sono evidenziabili elementi di contrasto tra la realizzazione del progetto in esame e le indicazioni fornite dal Piano.

2.3.4 Il Piano Forestale Ambientale Regionale

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R.) è uno strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale, per il perseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'economia rurale della Sardegna. Nel corso degli ultimi decenni è maturata la consapevolezza del ruolo svolto dalle foreste nell'ambito dei modelli di sviluppo compatibile tradottasi progressivamente nella definizione dei criteri della gestione forestale sostenibile.
In linea con il dettato della gestione forestale sostenibile è oggi necessario individuare i modelli di pianificazione orientati alla multifunzionalità delle foreste e che analizzano i sistemi forestali quali parte integrante e compositiva degli ecosistemi territoriali. Promuovere la multifunzionalità dei boschi attraverso la pianificazione significa prima di tutto analizzare il contesto forestale territoriale per derivarne le valenze, presenti e potenziali, di tipo naturalistico, ecologico, protettivo, produttivo.
In sintesi gli obiettivi si focalizzano intorno ai grandi temi di interesse generale di:
− protezione delle foreste;
− sviluppo economico del settore forestale;
− cura degli aspetti istituzionali in riferimento alla integrazione delle politiche ambientali, alla pianificazione partecipata fino al livello locale, alla diffusione delle informazioni;
− potenziamento degli strumenti conoscitivi, attività di ricerca ed educazione ambientale.

- Relazione con il Progetto
Per quanto concerne l'attività mineraria l'attenzione si accentra prevalentemente sul primo punto. Nel caso particolare, la località di M. Furros è al di fuori dell'ambito forestale in quanto il territorio è asservito all'uso agroforestale ormai da lungo tempo ed ha perso gran parte della sua naturalità primitiva. Il P.F.A.R. pone l'accento, tra l'altro, sulla difesa del suolo e sul contenimento dei processi di desertificazione attraverso azioni di "recupero" e "prevenzione".
Il tema della lotta alla desertificazione trova spazio e applicazione nel recupero delle aree vulnerabili, con particolare riferimento alle aree marginali o in abbandono colturale degli ambiti agricolo e forestale. In questo contesto la coltivazione della miniera di M. Furros seguirà

pedissequamente i criteri per la buona pratica della coltivazione individuati dal P.R.A.E. ove, in particolare, nel capitolo dedicato alle migliori tecnologie disponibili a proposito del terreno vegetale si dice: "Spesso il suolo recuperato a seguito dell'attività mineraria presenta un potenziale agricolo più elevato, soprattutto quando il suolo originario era caratterizzato dalla presenza di componenti sabbiose sterili e di strati di argilla che ostacolavano lo sviluppo dell'apparato radicale delle piante e impedivano una buona circolazione dell'acqua e dell'aria attraverso il terreno. Infatti, durante l'attività estrattiva e nel corso della movimentazione dei materiali in fase di recupero ambientale, gli strati vengono rotti e mescolati, conferendo al nuovo suolo una tessitura più favorevole Con la sistemazione dello strato fertile di copertura il recupero è completato e l'area è restituita all'uso agricolo originario o ad altre possibili utilizzazioni di valore economico superiore. Rispettando tutti gli accorgimenti e applicando le tecniche idonee, le nuove rese agricole non sono mai inferiori a quelle precedenti il passaggio dell'attività mineraria".
Le considerazioni sopra esposte inducono a ritenere che la miniera di M. Furros sia in pieno accordo con il P.F.A.R.

2.4. Pianificazione di bacino

Con il D.Lgs.. 152/06 la normativa nazionale sulla difesa del suolo ha subito molte variazioni a partire dalla soppressione delle Autorità di Bacino previste dalla Legge 183/89 e dalla istituzione dei Distretti Idrografici, ossia aree di terra e di mare costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere, che costituiranno le principali unità per la gestione dei bacini idrografici.
Con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 274 del 24 Novembre 2006 sono approvate le modifiche sull'attuazione del Titolo II della Parte Terza del D.Lgs. 152/06 attinenti ai profili organizzativi. In particolare fino alla costituzione dei distretti idrografici, in via transitoria e fino all'entrata in vigore di un futuro decreto correttivo che ridefinisca la disciplina di tutta la Parte Terza del D.Lgs. 152/06, vengono mantenute in essere le preesistenti Autorità di Bacino e fatti salvi gli atti da esse emanati.

2.4.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) individua le aree a rischio per fenomeni di piena e di frana, secondo quanto previsto dalla Legge 267/98. Il PAI per il bacino idrografico unico della Sardegna è stato adottato in via definitiva con Delibera della Giunta Regionale n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e attraverso il Decreto Assessoriale n. 3 del 21 Febbraio 2005 di esecutività della succitata Delibera è stato pubblicato sul BURAS n. 8 del 11 Marzo 2005.
Dalla data di esecutività della Delibera e di pubblicazione del Piano sono diventati efficaci le disposizioni delle Norme Tecniche di Attuazione mentre è decaduto il precedente Piano Straordinario per le Aree a Rischio Idrogeologico approvato con Decreto Interassessoriale n. 548 del 4 Agosto 2000 e le relative norme di salvaguardia.
Con Deliberazione n. 17/14 del 26 Aprile 2006 la Giunta Regionale, in qualità di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, ha approvato le modifiche e l'errata corrige delle Norme di Attuazione del PAI entrate in vigore a seguito del Decreto Assessoriale n. 3 del 21 Febbraio 2005.
Con Deliberazione n.13/22 del 4 Marzo 2008 la Giunta Regionale, ha approvato le modifiche all'art. 4 comma 11 e all'art. 31.
Il Piano è costituito dalla relazione di sintesi regionale, dalla cartografia delle aree a rischio, di quelle pericolose, degli elementi a rischio e dalle norme che ne regolano l'uso e le misure di salvaguardia.
Tutta l'attività di supporto al Piano è raccolta in 7 *contenitori* per ciascun Sub-Bacino (Fig. 2.4.1/A) e comprende l'individuazione e la definizione delle sezioni aree critiche, gli studi idrologici, idraulici e quelli di stabilità di versanti per ciascuna porzione del territorio sardo alla

scala 1:10.000. Ogni contenitore contiene una Relazione di Sub-Bacino ed una serie di allegati tecnici secondo le tre fasi previste dalla normativa:

- Fase I: individuazione delle aree a rischio idrogeologico, quali aree a rischio idraulico e a rischio di frana;
- Fase II: perimetrazione delle aree a rischio e definizione delle misure salvaguardia;
- Fase III- Mitigazione del rischio, individuando Interventi di riduzione e mitigazione del rischio idraulico e di frana.

La Regione Sardegna fino all'istituzione dell'Autorità di Bacino Regionale esercita le competenze di pianificazione di bacino idrografico attraverso i propri organi ed uffici. La predisposizione del PAI ha le seguenti finalità:

garantire nel territorio della Regione Sardegna adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni;

inibire attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico di tutti i sottobacini oggetto del piano;

costituire condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;

stabilire disposizioni generali per il controllo della pericolosità idrogeologica diffusa in aree non perimetrate direttamente dal piano;

impedire l'aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti alla data di approvazione del piano;

evitare la creazione di nuove situazioni di rischio attraverso prescrizioni finalizzate a prevenire effetti negativi di attività antropiche sull'equilibrio idrogeologico dato, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate dal piano;

rendere armonico l'inserimento del PAI nel quadro della legislazione, della programmazione e della pianificazione della Regione Sardegna attraverso opportune previsioni di coordinamento;

offrire alla pianificazione regionale di protezione civile le informazioni necessarie sulle condizioni di rischio esistenti;

individuare e sviluppare il sistema degli interventi per ridurre o eliminare le situazioni di pericolo e le condizioni di rischio, anche allo scopo di costituire il riferimento per i programmi triennali di attuazione del PAI;

creare la base informativa indispensabile per le politiche e le iniziative regionali in materia di delocalizzazioni e di verifiche tecniche da condurre sul rischio specifico esistente a carico di infrastrutture, impianti o insediamenti.

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI prevedono:

- linee guida, indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;
- disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A del PAI;
- disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato B del PAI.

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 di cui sopra:

le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato C del PAI;

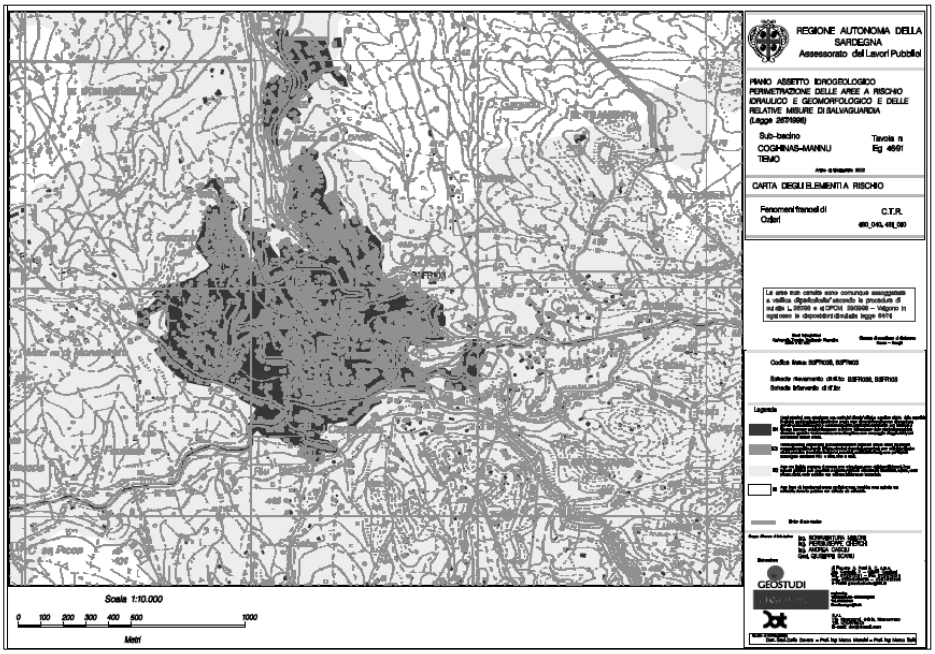
le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato D del PAI.

Dal punto di vista geomorfologico, le creste rocciose, le dorsali e i massicci rocciosi, separati da vaste zone di spianamento ed incisioni fluviali, seguono l'andamento delle principali linee

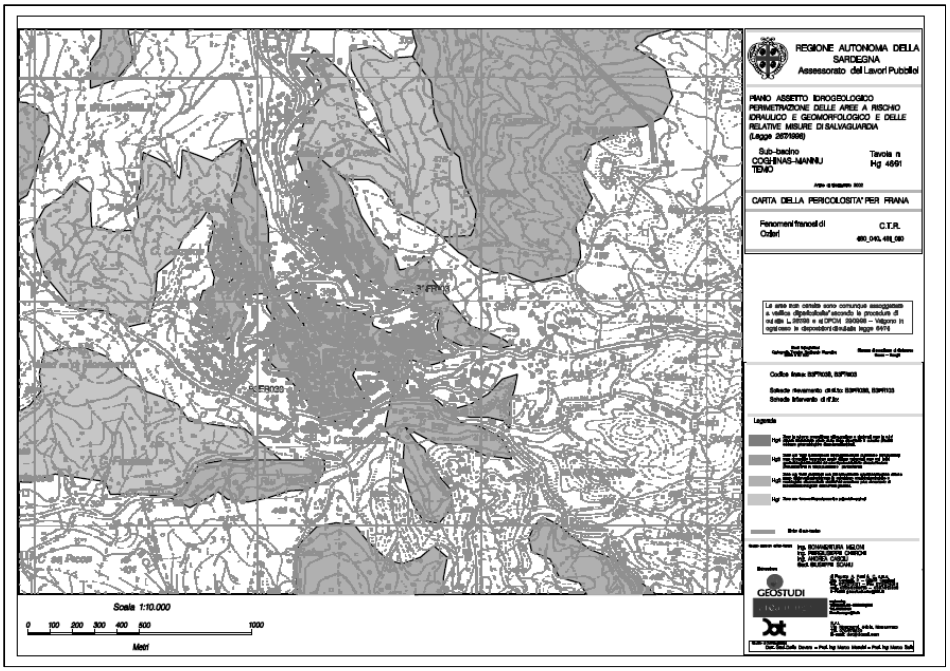
tettoniche e sono il risultato dell'azione congiunta dei processi di alterazione chimica e meccanica ad opera degli agenti atmosferici, e di dilavamento ad opera delle acque superficiali.

- Relazione con il Progetto

L'area in oggetto è inserita nel sub - bacino Coghinas – Mannu - Temo. Non sono evidenziabili elementi di contrasto tra la realizzazione del progetto in esame e le indicazioni fornite dal Piano. La zona non è censita tra quelle a "Rischio idraulico" e a "Rischio di frana".



2.4.1/A: Inquadramento territoriale, Carta degli elementi a rischio, Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, Regione Autonoma della Sardegna.



2.4.1/B: Inquadramento territoriale, Carta della pericolosità per piena, Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, Regione Autonoma della Sardegna.

2.5 Pianificazione delle aree di salvaguardia

In questo Paragrafo sono esaminati i principali aspetti istituzionali relativi all'istituzione della Rete Natura 2000 ai sensi della Direttiva Comunitaria 92/43/CEE del 21 Maggio 1992 (Direttiva "Habitat"), recepita in Italia con Decreto del Presidente della Repubblica 8 Settembre 1997 n. 357, *"Regolamento Recante Attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e Seminaturali, nonché della Flora e della Fauna Selvatiche"* e della Direttiva Comunitaria 79/409/CEE del 2 Aprile 1979 (Direttiva "Uccelli"), concernente la conservazione degli uccelli selvatici, recepita in Italia con la Legge n. 157/1992.
La Direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici (anche denominata Direttiva "Uccelli") ha designato le Zone di Protezione Speciale (ZPS), costituite da territori idonei per estensione e/o localizzazione geografica alla conservazione delle specie di uccelli di cui all'allegato I della direttiva citata.
Successivamente la Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (anche denominata Direttiva "Habitat") ha designato i siti di importanza comunitaria e le zone speciali di conservazione, con la seguente definizione:

- Sito di Importanza Comunitaria (SIC): un sito che, nella o nelle regioni biogeografiche cui appartiene, contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale di cui all'allegato I o una specie di cui all'allegato II della direttiva in uno stato di conservazione soddisfacente e che può inoltre contribuire in modo significativo alla coerenza della Rete Natura 2000 (si tratta della rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione istituita ai sensi dell'art. 3 della direttiva), e/o che contribuisce in modo significativo al mantenimento della diversità biologica nella regione biogeografica o nelle regioni biogeografiche in questione. Per le specie animali che occupano ampi territori, i siti di importanza comunitaria corrispondono ai luoghi, all'interno dell'area di ripartizione naturale di tali specie, che presentano gli elementi fisici o biologici essenziali alla loro vita e riproduzione.
- Zona Speciale di Conservazione (ZSC): un sito di importanza comunitaria designato dagli Stati membri mediante un atto regolamentare, amministrativo e/o contrattuale in cui sono applicate le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e/o delle popolazioni delle specie per cui il sito è designato.

Gli ambiti territoriali designati come ZPS e come SIC, che al termine dell'iter istitutivo diverranno ZSC costituiscono la rete ecologica Natura 2000, formata da ambiti territoriali in cui si trovano tipi di habitat e habitat di specie di interesse comunitario.
La Legge Regionale 29 Luglio 1998, n. 23 "*Norme per la Protezione della Fauna Selvatica e per l'Esercizio della Caccia in Sardegna*" ha recepito ed attuato, a livello regionale, le Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE.
In Sardegna sono stati inizialmente individuati 15 siti ZPS (pari a 51,206 ha) e 92 pSIC (pari a 426.251 ha), per una superficie totale di ha 427.183 ha interessata dalla Rete Natura 2000, pari al 17,7% del territorio regionale.

- Relazioni con il Progetto

Nel territorio del Comune di Ozieri sono presenti una zona ZPS: ITB013048 Piana di Ozieri, Mores, Ardara, Tula e Oschiri e un'area SIC: ITB011113 Campo di Ozieri e Pianure Comprese tra Tula e Oschiri. La distanza inferiore, misurata dall'area di cantiere alla perimetrazione della ZPS a sud del Monte Sa Pubusa, è di 1300 m.
Dall'analisi della cartografia si evince che anche tutta l'area della concessione non ricade nella perimetrazione del SIC e della ZPS.
Non esistono potenziali interferenze fra il progetto e i Siti Natura 2000 presenti.

2.6 Pianificazione socio-economica

Per quanto riguarda la pianificazione socio-economica verranno analizzati il Programma Operativo Regionale (POR) e il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013.

2.6.1 Programma Operativo Regionale (POR) Obiettivo Competitività regionale e occupazione Fondo Sociale Europeo (FSE) 2007-2013

Il POR Sardegna è stato approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 23/7 del 13.06.2007 – approvazione del Programma Operativo Regionale Sardegna Obiettivo Competitività regionale e occupazione Fondo Sociale Europeo 2007-2013.
L'obiettivo globale del Programma è quello di aumentare e migliorare le competenze per aumentare e migliorare i posti di lavoro in un'economia che deve cogliere nuove opportunità di sviluppo.
Il Programma è stato predisposto sulla base degli Orientamenti Strategici Comunitari per la politica di coesione e di quanto previsto nei Regolamenti (CE) n. 1083/2006 del Consiglio dell'11 luglio 2006, recante disposizioni generali sui Fondi Strutturali, n. 1081/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 luglio 2006, relativo al Fondo Sociale Europeo (FSE) e n. 1828/2006 della Commissione dell'8 dicembre 2006 che stabilisce modalità di applicazione del Regolamento (CE) n. 1083/2006. La stesura del Documento ha visto il coinvolgimento del Gruppo di lavoro costituito in seno alla Direzione Generale dell'Assessorato del Lavoro, che ha coinvolto i diversi Servizi competenti dello stesso Assessorato, gli altri Assessorati di riferimento, i quali hanno fatto pervenire i loro contributi, relativamente alle materie di propria competenza, e, per tutti gli aspetti trasversali e di raccordo, il Centro regionale di Programmazione.
Nella definizione del POR FSE è stato coinvolto il Partenariato Istituzionale e Socio-economico. Sono stati svolti incontri specifici sulla nuova programmazione aperti alle forze in esso presenti, per aree tematiche particolari (attività produttive, turismo e ambiente), con rappresentanti degli Assessorati competenti, delle istituzioni locali, dei sindacati e delle associazioni datoriali.
Il Fondo Sociale Europeo sostiene, in generale, le politiche che contribuiscono alla crescita economica e allo sviluppo sostenibile dei territori, attraverso la qualificazione e la valorizzazione delle risorse umane, nell'ambito della strategia volta a contribuire alla complessiva coesione economica e sociale dell'Unione Europea.

- Relazioni con il progetto

La realizzazione del progetto non presenta elementi di interferenza con la programmazione regionale definita dal POR (2000-2007).

2.6.2. Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013

Con Deliberazione n. 24/1 del 28 Giugno 2007 la Giunta Regionale ha approvato il Programma di Sviluppo Rurale per la Sardegna 2007-2013. Il nuovo strumento di programmazione, per i prossimi sette anni e in base alle indicazioni contenute nel regolamento comunitario 1698/2005, concentra in un unico documento il Piano di Sviluppo Rurale, il Programma Operativo Regionale per la parte FEOGA (Fondo Europeo Agricolo/sezioni Orientamento e Garanzia) e il Programma Leader.
Il PSR è strutturato nei quattro Assi seguenti:
l'Asse 1 è incentrato sul miglioramento della competitività del sistema agricolo e forestale nel rispetto della sostenibilità ambientale e della salvaguardia del paesaggio rurale;
l'Asse 2 è incentrato sul miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale;
l'Asse 3 è incentrato sulla qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale attraverso Programmi integrati di sviluppo rurale;
l'Asse 4 è incentrato sul miglioramento della governance e delle capacità istituzionali regionali e locali (Approccio Leader).

Nel nuovo PSR è delineata la strategia progettuale per il rilancio del comparto agricolo della Sardegna e questo strumento vuole dare risposte alle diverse criticità dell'agricoltura dell'Isola. L'obiettivo primario del Piano di Sviluppo Rurale è quello di favorire l'aggregazione dell'offerta, tramite le Organizzazioni dei produttori, per fare impresa e per consentire alle aziende agricole di essere competitive su un mercato sempre più agguerrito e globalizzato. In secondo luogo, è necessario puntare sui progetti integrati di filiera e sulla qualità. Altro caposaldo del PSR è la multifunzionalità, offrire cioè nuove opportunità economiche grazie al legame con la cultura, le tradizioni e l'ambiente.
Al fine di creare le condizioni perché l'economia rurale porti reddito alternativo, nel Programma sono contenute diverse misure, ad esempio il recupero dei centri storici e delle strutture rurali o il sostegno per la creazione di attività legate ai prodotti dell'agroalimentare locale, che possono ridare vitalità e vivibilità a paesi dove lo spopolamento e il crescente abbandono delle terre sono realtà preoccupanti.

- Relazioni con il progetto
Dall'analisi svolta la realizzazione del progetto non risulta interferire con le politiche del Piano di Sviluppo Rurale.

2.7 Rapporto di coerenza del progetto rispetto agli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori

Nella tabella a seguire si è voluto sintetizzare il rapporto di coerenza tra gli obiettivi del progetto e gli obiettivi dei piani analizzati.

Legenda	
	Coerenza
	Nessuna interferenza tra obiettivi del progetto e obiettivi di piano
	Non coerenza

	Obiettivi di Progetto			
Strumenti pianificatori	Sfruttamento di un importante giacimento di bentonite	Acquisizione di quote di mercato per la MINERSARDA S.P.A	Creazione e mantenimento di posti di lavoro per i dipendenti ed gli esterni dello stabilimento a vario titolo ed entità	Completo ripristino del sito alla fine delle attività di coltivazione
Piano Regionale per le Attività Estrattive				
Piano Paesaggistico Regionale				
Piano Urbanistico Provinciale				
Piano Urbanistico Comunale				
Piano Tutela delle Acque				
Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche				

Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente				
Piano Forestale Ambientale Regionale				
Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico				
Piani delle aree di salvaguardia				
Programma Operativo Regionale (POR) (FSE) 2007-2013				
Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013				

2.8. Indicazione dei tempi di attuazione dell'intervento e delle infrastrutturazioni complementari e di servizio.

L'intervento ha un periodo di attuazione di 23 anni durante la quale si servirà delle infrastrutture già esistenti nel territorio.

3. Quadro Progettuale

Introduzione

Il quadro progettuale, secondo l'Allegato A2 alla D.G.R. n. 24/23, descrive il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessati. Esso consta di due distinte parti, la prima delle quali esplicita le motivazioni assunte dal proponente nella definizione del progetto; la seconda concorre al giudizio di compatibilità ambientale e descrive le motivazioni tecniche delle scelte progettuali, nonché misure, provvedimenti ed interventi, anche non strettamente riferibili al progetto, che il proponente ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente.

Il quadro di riferimento progettuale precisa le caratteristiche dell'opera progettata, con particolare riferimento a:
- la natura dei beni e/o servizi offerti;
- il grado di copertura della domanda ed i suoi livelli di soddisfacimento in funzione delle diverse ipotesi progettuali esaminate, ciò anche con riferimento all'ipotesi di assenza dell'intervento;
- la prevedibile evoluzione qualitativa e quantitativa del rapporto domanda-offerta riferita alla presumibile vita tecnica ed economica dell'intervento;
- l'articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera in fase di cantiere e di quelle che ne caratterizzano l'esercizio;
- i criteri che hanno guidato le scelte del progettista in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e lungo periodo conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizio e dell'eventuale indotto;
- i risultati dell'analisi economica di costi e benefici, evidenziando in particolare i valori unitari assunti dall'analisi e il tasso di redditività interna dell'investimento.

Nel quadro progettuale si descrivono inoltre:
- le caratteristiche tecniche e fisiche del progetto e le aree occupate durante la fase di costruzione e di esercizio;
- l'insieme dei condizionamenti e vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del progetto e in particolare;
- le motivazioni tecniche della scelta progettuale e delle principali alternative prese in esame, opportunamente descritte;
- le eventuali misure non strettamente riferibili al progetto o provvedimenti di carattere gestionale che si ritiene opportuno adottare per contenere gli impatti sia nel corso della fase di costruzione, che di esercizio;
- gli interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente;
- gli interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi indotti sull'ambiente.

3.1 La natura dei beni e/o dei servizi offerti

Il progetto proposto ha come fine lo sfruttamento di un importante giacimento di bentonite da impiegarsi principalmente per l'utilizzo industriale nel campo dei prodotti per fonderia, ingegneria civile e prodotti assorbenti.

3.1.1 I minerali da coltivare

Come accennato nel primo capitolo del presente Studio di Impatto Ambientale, scopo del progetto è la coltivazione del giacimento di terre da sbianca e bentonite.
Dal punto di vista mineralogico-petrografico le bentoniti sono incluse nel gruppo delle rocce argillose.
Sono considerate argillose quelle rocce clastiche i cui elementi per oltre il 70% hanno diametro inferiore a 2 μm, composte da un numero limitato di minerali, detti "minerali argillosi" finemente suddivisi in particelle minute aventi struttura cristallina.
Tali rocce appartengono alla famiglia dei silicati che sono i minerali più abbondanti e diffusi nelle rocce che compongono la litosfera.

I silicati sono caratterizzati da una struttura che ha per unità fondamentale il gruppo (SiO_4), costituito da un tetraedro al centro del quale si trova uno ione silicio ed ai vertici i quattro ioni ossigeno.
La Tabella 3.1.1/A riporta una classificazione dei silicati in funzione della struttura la struttura.

TIPO	NATURA DEL RAGGRUPAMENTO	RAPPORTO Si /O	ESEMPI
NESOSILICATI	GRUPPI ISOLATI SiO_4	1/4	OLIVINA GRANATO
SOROSILICATI	RUPPI ISOLATI Si_2O_7 Si_6O_{18}	2/7 6/18	THORTVEITITE BERILLO
INOSILICATI	CATENE SVILUPPATE IN UNA SOLA DIREZIONE	1/3 4/11	ANFIBOLI PIROSSENO
FILLOSILICATI	RAGGRUPPPAMENTI SVILUPPATI NEL PIANO	2/5	MICCHE, ARGILLE TALCO, CLORITE
TECTOSILICATI	RAGGRUPPAMENTI TRIDIMENSIONALI	1/2	FELDSPATI FELDSPATOIDI ZEOLITI

Tabella 3.1.1/A: classi dei silicati in funzione della struttura

Chimicamente i minerali argillosi sono dei silicati idrati di alluminio; in alcuni di loro sono presenti, come componenti principali, metalli alcalino-terrosi, in altri, il manganese ed il ferro possono sostituire in tutto od in parte l'alluminio. Una classificazione diffusamente accettata è riportata nella Tabella 3.1.1/B

\Minerali cristallini (anisotropi rispetto a qualcuna delle proprietà fisiche)	A due strati (strati doppi formati dalla unione di uno strato semplice di tettraedri SiO_4 con uno strato semplice di ottaedri $Al_2(OH)_4$	Equidimensionale	Gruppo della Caolinite (caolinite, nacrite, dickite)
		Allungato	Gruppo della Halloisite (halloisite)
	A tre strati (strati triplici composti da due strati semplici di tetraedri SiO_4 ed uno strato intermedio diottaedrico o triottaedrico AlX_6 (ove X può essere O oppure OH)	Retticolo espandibile	Gruppo della Montmorillonite (montmorillonite)
		Retticolo non espandibile	Gruppo della Illite e gruppo delle Cloriti
	A strati misti (strati di tipo diverso fra loro, alternativi).		Allevardite
	A catena (catene tipo anfibolo di tetraedri con silicio, legati con gruppi ottaedrici di O ed OH contenenti atomi di Al e Mg		Attapulgite o paligorskite e sepiolite
Minerali amorfi (isotropi)			Gruppo delle Allofane (allofane)

Tabella 3.1.1/B: classificazione dei minerali argillosi

L'espandibilità è una proprietà fisica facilmente diagnosticabile ed essa impartisce particolari caratteristiche fisiche ai materiali argillosi che contengono minerali provvisti di tale proprietà.
Come elencato dalla tabella precedente, i minerali argillosi si suddividono in cristallini ed amorfi (isotropi). I minerali cristallini (anisotropi rispetto ad alcune proprietà fisiche) comprendono quelli a due strati, a tre strati, a strati misti, a catena.
Consideriamo unicamente i minerali argillosi cristallini a tre strati ai quali appartengono il gruppo della montmorillonite, della illite e delle cloriti. La struttura dei minerali argillosi consiste in una combinazione di due unità strutturali fondamentali.
La prima è rappresentata da unità tetraedriche in cui gli atomi di ossigeno possono essere sostituiti dagli ossidrili che occupano i vertici del tetraedro. I vertici corrispondenti di ciascun tetraedro sono orientati nella stessa direzione mentre le facce opposte giacciono tutte sullo stesso piano. Questa unità

strutturale risulta costituita da un piano basale di atomi di ossigeno, da uno di atomi di silicio (disposti ai vertici di un esagono) e da uno del gruppo OH^- appartenenti ai vertici dei tetraedri sovrastanti agli atomi di silicio. Lo spessore dell'unità tetraedrica dei minerali argillosi è di circa 0,22 nm.
L'altra unità strutturale consiste in due piani di atomi di ossigeno o ioni ossidrile, tra i quali sono contenuti in coordinazione ottaedrica atomi di alluminio, ferro e magnesio. Quando è presente l'alluminio, solo due terzi di tutte le posizioni possibili sono occupate per bilanciare la struttura, che in questo caso è diottaedrica; se tutte le posizioni sono occupate, come quando e presente il magnesio, si ha la struttura triottaedrica. Nei minerali argillosi questo strato è di circa 21 nm.
La maggior parte dei minerali argillosi, a causa dell'aspetto tipicamente appiattito delle singole unità strutturali, presenta abito lamellare ed alcune lamelle manifestano un contorno esagonale; altri sono fibrosi e composti da unità strutturali diverse da quelle sopra descritte.
Per il riconoscimento dei singoli minerali si ricorre all'analisi diffrattomca o all'analisi termica differenziale, metodi di ricerca e di studio, attualmente, fra i più sicuri per analizzare le argille.
Le bentoniti sono delle rocce argillose caratterizzate in prevalenza da minerali del gruppo delle montmorilloniti (65÷70% - montmorillonite, beidellite e nontronite), da sostanze vetrose, gel colloidali di allumina e silice (per lo più cristobalite), a grana molto fine, accompagnate da quantità minori di altri minerali; sono untuose al tatto e presentano tinte variabili dal bianco al crema, al rosa, al giallo bruniccio, al verde oliva e si scuriscono per inumidimento; per cottura diventano bianche avorio o bruno; sono caratterizzate da abito micaceo lamellare di facile sfaldatura e dalla elevata birifrangenza dei minerali componenti.
Il termine bentonite venne utilizzato per la prima volta per indicare un'argilla plastica trovata nel 1890 circa nei tufi del Cretaceo superiore a Fort Bentos (Wyoming, USA). Come detto, il suo principale costituente, che è il fattore determinante delle proprietà dell'argilla, è la montmorillonite che deve il suo nome dalla località di Montmorillon, nella Francia meridionale, Tabella 3.1.1/C

Montmorillonite	
Classe	VIII: silicati
Sottoclasse	fillosilicati
Sistema	Monoclino, a_0=5,17 b_0=8,94 c_0=15,2 β~90° Z=2
Sfaldatura	001, percettibile solamente al microscopio.
Colore	Bianco, bianco grigiastro, talvolta bluastro, rosa, verde.
Formula	$(Al_{1,67}Mg_{0,33})[(OH)_2\|Si_4O_{10}]$ $Na_{0,33}(H_2O)_4$ Composizione chimica assai variabile, l'acqua può oscillare dal 12% al 24 %, Al_2O_3 da 11% a 22%, SiO_2 da 48% a 56%, MgO da 4% a 9% Esiste anche una *ferri-montmorillonite* in cui tutto il Mg e parte di Al è sostituito da Fe^{+3}.
Cristalli	Non si conoscono cristalli. Il minerale si presenta allo stato di fine polvere o al più in minute scagliette.
Rifrazione	Molto bassa, inferiore a quella del balsamo o della collolite.
Birifrazione	Negativa, compresa fra 0,024 e 0,026.
Indici di rifrazione	N_g=1,508÷1,527 N_m= 1,508÷1,527 N_p=1,484÷1,501
Durezza	1÷2 della scala di Mohs.
Peso specifico	2,25 g / cm^3
Altre caratteristiche	Tenera, untuosa al tatto, molto friabile. Si gonfia in presenza d'acqua. Caratteri che sono comuni con altri composti del gruppo della montmorillonite – vermiculite. Per una identificazione precisa occorre far ricorso all'analisi chimica o difrattomca.

Tabella 3.1.1/C: principali caratteristiche del montmorillonite

Dal punto di vista economico le bentoniti sono importanti per la loro caratteristica di rigonfiarsi aumentando notevolmente di volume se immerse in acqua.
Formano gel tixotropici, così chiamati in quanto passano allo stato liquido (sol) per effetto di semplice agitazione o sotto l'azione di vibrazioni (ultrasuoni), per poi tornare a coagulare (gel) quando l'azione meccanica perturbatrice viene sospesa. Questo fenomeno interviene nella plasticità e nella impermeabilità della bentonite e di altre rocce argillose e favorisce in generale la formazione di minerali secondarie volventi verso forme stabili e spiega inoltre la grande varietà di composizione della bentonite. Anche le proprietà colloidali influiscono sulle qualità plastiche, coesive e adesive ed il contenuto colloidale può essere approssimativamente determinato con la prova di sedimentazione e del rigonfiamento in acqua.

Altre principali caratteristiche sono:
1) diventa plastica ed adesiva se miscelata opportunamente con acqua;
2) diventa dura e rigida quando è sottoposta ad essiccamento, ma rimane plastica se non ha subito un elevato riscaldamento;
3) ad altissima temperatura s'innesca il processo di calcificazione e l'acqua persa non può essere reintrodotta;
4) raggiunge una temperatura di fusione inferiore a quella della silice, SiO_2, e quindi una limitata refrattarietà.
La bentonite trae origine frequentemente dall'alterazione di materiale effusivo basico, soprattutto di ceneri vulcaniche: si tratta di una devetrificazione in ambiente acquoso con allontanamento di una parte della silice, seguita della cristallizzazione di minerali smectitici (o montmorillonoidi), la cui composizione chimica dipende da quella dell'acqua nella quale le ceneri vulcaniche sono cadute.
Le smectiti (o montmorillonoidi) sono minerali argillosi consistenti di due strati tetraedrici ed uno strato ottaedrico. Nella montmorillonite gli strati tetraedrici formati da $[SiO_4]$ racchiudono lo strato ottaedrico $[M(O_5, OH)]$, dove M indica, principalmente, Al, Mg, ma sovente vi si rinviene anche Fe.
Gli strati silicatici hanno una leggera carica negativa compensata da scambî ionici nella regione intercristallina. La carica è così debole che i cationi (nella forma naturale, prevalentemente ioni Ca^{2+}, Mg^{2+} o Na^{+}) possono essere adsorbiti in questa regione con il loro guscio idrato. L'estensione dell'idratazione produce uno scivolamento intercristallino.
A seconda della natura della loro genesi le bentoniti contengono una varietà di minerali accessorî oltre alla montmorillonite. Tra questi minerali si annovera il quarzo, lo feldspato, la calcite ed il gesso. La presenza di questi minerali ha effetto sul valore industriale del deposito riducendone od incrementandone il valore economico a seconda del campo d'impiego.
La bentonite presenta forti proprietà colloidali ed il suo volume incrementa di parecchie volte quando entra in contatto con l'acqua, dando luogo ad un fluido gelatinoso e viscoso. Le proprietà speciali della bentonite (idratazione, lubrificazione, assorbimento dell'acqua, viscosità, tissotropia) la rendono un materiale adatto ad un ampio utilizzo in svariati campi.
I giacimenti di bentonite normalmente sono coltivati a cielo aperto.
La bentonite appena estratta si presenta solida fino ad un contenuto d'umidità che si aggira approssimativamente intorno al 30%. Il materiale subisce inizialmente la frantumazione e, se necessario, è attivato con l'aggiunta di soda (Na_2CO_3). Successivamente, la bentonite viene essiccata (aria e/o essiccazione forzata) fino a raggiungere un contenuto d'umidità di circa il 15%.
A seconda della modalità finale d'impiego può subire setacciamento (forma granulare) o micronizzazione (polvere e polvere superfine). Per applicazioni speciali la bentonite può essere purificata tramite la rimozione della ganga o trattata con acidi per produrre bentonite attivata con acido (terre da sbianca) o trattata con sostanza organica per produrre argille organiche.
La classificazione della bentonite deve essere basata sulla quantità e sulla natura degli ioni scambiabili, di solito, Ca^{++} o Na^{+} e non sulla composizione chimica percentuale; pertanto, le bentoniti sono divise in due tipi fondamentali: sodiche e calciche.
In quelle sodiche il catione sodio, quale ione scambiabile, prevale sullo ione calcio, od altro alcalino - terroso, almeno nel rapporto 1,7/ 1; nelle calciche prevale il catione calcio.
Le bentoniti sodiche hanno un maggiore potere rigonfiante, idrofilo e di ritenzione di umidità e manifestano notevoli proprietà tixotropiche. Per le caratteristiche anzidette le bentoniti sodiche sono superiori a quelle calciche.

3.1.1.1 Gli utilizzi pratici

La bentonite trova spazi applicativi sempre più ampî in diversi settori ed in numerose categorie di prodotti.

- Additivi bentonitici

Usata come assorbente di processo, addensante, ammorbidente, chiarificante, il suo impiego spazia dalle cartiere alla ceramica, dalla pittura all'enologia, alla detergenza e così via.

- Agricoltura
La bentonite trova valido impiego, miscelata ad antiparassitari e anticrittogamici, come veicolo di supporto e come agente fissante al fogliame. Nella coltivazione biologica la bentonite inibisce l'azione dei funghi e dei parassiti contribuendo ad escludere l'uso di prodotti chimici, in particolare in miscela con altri elementi nel campo della coltivazione biodinamica della vite per la lotta contro l'oidio. Nei concimi sia liquidi sia solidi, viene usata come veicolo di fissaggio e per graduare la cessione di azoto, potassio e fosforo. Contribuisce efficacemente anche alla disidratazione e agglomerazione dei liquami e del letame. Viene infine adoperata nei composti e nelle miscele di terre per vaso quale assorbente dell'umidità e delle sostanze concimanti che vengono poi lentamente cedute alle piante.

- Carta
Le bentoniti per l'industria cartaria devono essere accuratamente selezionate e purificate per garantire le migliori prestazioni di impiego. A seconda dei diversi processi produttivi sono state introdotte in commercio differenti formulazioni per esaltare le funzioni svolte dalle bentoniti stesse. Di rilievo fra queste: l'elevata capacità di scambio cationico, l'azione antiaggregante, tesa ad evitare la formazione di grumi, e la capacità sospensivante. Tutto ciò senza tralasciare il benefico effetto che la bentonite svolge per quanto riguarda la qualità della produzione, della stampa, delle acque di scarico ed a livello economico generale.

- Ceramica
La funzione della bentonite è quella di conferire plasticità agli impasti, condizione essenziale per ottenere alta tenacità degli stessi. Le bentoniti vengono selezionate, in funzione dell'impiego, per impasti normali o a pasta bianca, engobbi o smalti.

- Detergenza
La bentonite viene impiegata in questo settore in ragione dello 0,5 % e prevalentemente in prodotti liquidi come ammorbidente. La bentonite, infatti, a differenza di altri ammorbidenti, è compatibile con i tensioattivi impiegati comunemente in detergenza. La bentonite esercita, inoltre, un effetto anti-indurimento, impedendo di fatto che le parti dure dell'acqua si depositino sulle fibre. Con granuloma 0,5÷1 mm può essere inserita nei detergenti in polvere in percentuali variabili.

- Enologia
La bentonite viene usata nel trattamento dei vini e, più in generale, dei liquidi alimentari, con funzione stabilizzante e chiarificante. Nei vini e ancor più nei mosti, dove corregge e allunga la fermentazione, la bentonite svolge una efficace funzione deproteinizzante evitando intorbidamenti e stabilizzando il vino nel tempo. La sua azione di prodotto naturale risulta più efficace a pH basso e quindi dopo acidificazione.

- Mangimistica
La particolare rapidità di assorbenza consente la riduzione di emissioni odorose e una maggior asciuttezza delle deiezioni oltre a una migliore utilizzazione dei principi nutritivi a livello intestinale. Nella trafilatura riduce l'usura delle filiere, dà consistenza e durabilità al pellet esaltandone l'aspetto e migliorandone la conservabilità.

- Industria tessile
La bentonite allontana grassi o olii che entrano nei tessuti durante la stampa.

- Industria della gomma
Conferisce resistenza ed innalza la resistenza all'usura ed agli acidi.

- Trattamento acque e reflui
Grazie alle sue capacità di scambio ionico, flocculazione e sedimentazione viene adibita, nel settore della protezione ambientale, alla chiarificazione delle acque e all'inertizzazione dei fanghi. Nel campo del trattamento delle acque la bentonite viene considerata un agente chiarificante di tipo minerale così come il policloruro di alluminio, il solfato di alluminio, il solfato ferroso e il cloruro ferrico, tuttavia,

data la sua insolubilità è l'unico agente in grado di formare delle sospensioni (*slurry*) stabili nel tempo. La bentonite inoltre "cattura" i metalli inquinanti grazie al processo di scambio ionico nel quale avviene la sostituzione degli anioni sodio legati superficialmente all'argilla con i cationi metallici contaminati. La bentonite deve essere dispersa in acqua attraverso una forte agitazione fino ad ottenere una sospensione stabile (normalmente fango al 5%), questa deve poi essere aggiunta all'acqua da trattare in quantità generalmente comprese tra 50 e 500 ppm di bentonite in polvere, eventualmente in associazione a polimeri organici. In seguito, si ottiene una flocculazione in grado di assorbire e rimuovere tutti i contaminanti compresi i metalli pesanti. Nel trattamento bentonitico, in associazione con agenti chiarificanti e flocculanti, è necessario rispettare la seguente sequenza:
1) sospensione bentonitica (slurry);
2) sali di alluminio o di ferro (agenti chiarificanti);
3) polielettrolita a carica anionica (polimero organico flocculante).

- Impermeabilizzazione laghetti
La bentonite a contatto con l'acqua rigonfia e forma un gel impermeabile in grado di sigillare il terreno del laghetto evitando così perdite ed infiltrazioni. La si può applicare direttamente sul fondo o spargerla sulla superficie dell'acqua. In caso di piccoli laghetti si possono utilizzare sia il metodo a copertura che il metodo a spargimento, altrimenti è necessario applicare il metodo per i grandi bacini. La bentonite, rispetto ad altri prodotti, presenta il vantaggio di essere sicura, ecologica e di non inquinare l'acqua.

- Ingegneria Civile
Oltre al suo impiego nelle impermeabilizzazioni, la bentonite, grazie alle sue tipiche caratteristiche, permette di risolvere molti problemi di ingegneria trovando valida applicazione nelle perforazioni, nelle palificazioni e nel contenimento degli scavi, soprattutto in presenza di rocce detritiche e suoli incoerenti quali i depositi alluvionali, consentendo inoltre l'esecuzione di opere anche in vicinanza di costruzioni attigue alla zona di scavo.

- Diaframmi
L'uso di fanghi bentonitici consente l'esecuzione di opere di fondazione quali pannelli, diaframmi e muri anche in terreni di scadente qualità, impedendo il franamento delle pareti dello scavo specie in presenza di falda freatica.

- Diaframmi plastici
Da parecchi anni si è consolidato l'uso di miscele cementizie additivate con bentonite, tanto che molti operatori prescrivono l'uso di cementi bentonitici in tutte le operazioni di cementazione. La miscela bentonite/cemento svolge, in ordine cronologico, due specifiche funzioni: sostiene le pareti e, a scavo completato, solidifica assumendo proprietà tecniche strutturali e di impermeabilità. Per questo impiego la bentonite deve essere più pura possibile e non additivata così da risultare chimicamente non contaminabile e stabile, deve rimanere in sospensione ed essere molto colloidale.

- Impermeabilizzazioni
Le proprietà impermeabilizzanti della bentonite trovano largo impiego ogni qual volta occorra impedire infiltrazioni o perdite di acqua. Vengono così impermeabilizzati canali, bacini, laghi artificiali e naturali, cisterne, depositi d'acqua, ecc. Una importantissima applicazione consiste nell'impermeabilizzazione dei terreni al fine di impedire l'infiltrazione del percolato delle discariche industriali e civili ed evitare quindi l'inquinamento delle sottostanti falde acquifere, nella copertura delle stesse e nella bonifica dei siti precedentemente inquinati. All'inizio degli anni '90 è stato messo a punto un sistema di impermeabilizzazione basato sulla bentonite lamellare preidratata. Si tratta di una bentonite completamente naturale che durante tutto il processo produttivo, non subisce aggiunta di alcun additivo il che le conferisce grande stabilità chimica e uniformità di prodotto (peraltro già garantite dalla natura della bentonite); inoltre, ha un grado di preidratazione che le consente di essere immediatamente attiva anche in presenza di inquinanti. La messa in opera consiste nella semplice stesura di uno strato di questo materiale avente lo spessore di 12÷15 cm; ciò è sufficiente a garantire l'impermeabilizzazione per 100 anni ed una resistenza all'aggressione di percolati di varia natura.

- Iniezioni
Le iniezioni nel terreno, sia incoerente sia roccioso, hanno il duplice scopo di impermeabilizzare e consolidare. Nell'ambito delle varie miscele iniettabili trovano larga applicazione, per le loro caratteristiche e per il loro basso costo, le miscele di cemento-bentonite.

- Polimeri e additivi
In certi casi la bentonite deve essere additivata per poter svolgere al meglio le sue funzioni, mentre in altri casi può essere sostituita da polimeri soprattutto nella preparazione dei fluidi di sostegno.

- Trivellazioni e palificazioni
La bentonite è stata impiegata nei fanghi di perforazione per la prima volta nel 1928. Da allora tale impiego si è generalizzato ed oggi ne costituisce il più importante materiale base. Essa svolge un ruolo primario con diverse funzioni: raffredda lo scalpello e ne rallenta l'usura, consolida lo scavo, risale tra parete e asta fino alla superficie portando a giorno i detriti.

- Lettiere
La bentonite è un prodotto naturale ad alto potere assorbente e neutralizzante degli odori. I principali prodotti in questo campo riguardano:
lettiere da taglio;
lettiere per gatti.

- Lettiere da taglio
Le caratteristiche delle bentoniti da taglio si uniformano agli altri materiali impiegati per esaltarne, a seconda delle differenti percentuali di inserimento, le peculiari caratteristiche: assorbenza, potere agglomerante, eventuale neutralizzazione degli odori.

- Lettiere per gatti
Le lettiere possono essere fornite in due diverse granulome: 1÷5 mm e con distribuzione granulomca standard (0,5÷1,8 mm) ad alta resa. Si differenziano a seconda dell'uso finale in:
bentonite per lettiere a ricambio totale, nella quale non riveste carattere prioritario il colore e l'eventuale polverosità mentre si privilegia l'aspetto economico;
bentonite per lettiere a ricambio parziale, di qualità medio-alta, che a contatto dei liquidi forma dei grumi consentendo l'eliminazione di questi ultimi ed il relativo ripristino;
bentonite a ricambio parziale di alta qualità per una lettiera selezionata destinata ad una clientela esigente. A contatto dei liquidi forma una palla piuttosto piccola con evidente risparmio in termini di ripristino e di durata della lettiera;
bentonite a ridotta granuloma ed alta resa destinata a confezioni di dimensioni contenute.

- Salute e bellezza
In medicina la bentonite è utilizzata come antidoto nell'avvelenamento da metalli pesanti e per assorbire bacilli e sostanze nocive nelle malattie dello stomaco. Possono contenere bentonite anche prodotti per la cura della persona quali creme per le scottature solari, creme per il viso etc. È usata come legante nei prodotti farmaceutici grazie alle sue proprietà assorbenti ed adsorbenti. Le proprietà terapeutiche del fango si conoscono fin dai tempi più antichi, ma dagli anni '60 del secolo scorso è ritornato in auge nella fangoterapia ed è presente nella maggior parte degli stabilimenti termali italiani. L'impiego del fango spazia dal trattamento per il corpo alle maschere per il viso ed alla cosmesi ed è considerato un rimedio naturale per la cura di dolori, di inestetismi.

- Fangoterapia
Le caratteristiche delle bentoniti adatte a questa terapia sono di seguito elencate:
bassissimo tenore di carbonati che consente di mantenere costanti le caratteristiche plastiche del fango;
assenza di cloruri, ioduri, bromuri che evita interferenze nelle qualità chimico-fisiche dell'acqua minerale;
assenza quasi totale di solfati: non provoca l'indurimento dell'acqua e l'alterazione dell'equilibrio ionico;

le qualità chimico fisiche favoriscono una caratteristica selettiva all'insediamento biologico in modo che la flora batterica risulti tipica dei sali minerali della sorgente stessa;
il fango così preparato presenta una giusta conducibilità termica e una superiore omogeneità rispetto alle terre naturali.

- Bentoniti per fonderia
La bentonite viene aggiunta a sabbia ed acqua per legare i granuli di silicati nelle colate di fusione e conferisce plasticità e stabilità termica.

- Vernici, coloranti e lucidanti
Per le loro proprietà tissotropiche la bentonite e le argille organiche fungono da agente ispessente e/o in sospensione nelle vernici, nell'acqua e nei solventi per vernici. Le loro proprietà adsorbenti sono apprezzate per le finiture color indaco degli abiti e nei coloranti (laccature per vernici e manifesti).

- Catalizzatori
Catalizzatori chimicamente modificati con l'argilla trovano applicazione in diversi settori dove la catalisi acida è un meccanismo chiave, in particolare trovano largo impiego nei processi di alchilazione per la produzione di additivi per carburanti.

3.1.1.2 La localizzazione dei giacimenti di "bentonite" sul territorio nazionale
Miniere di bentonite sono state aperte in Veneto, Emilia-Romagna, Marche, Lazio, Puglia e Sicilia. Tra le regioni italiane, la Sardegna è stata ed è quella che detiene giacimenti bentonitici più consistenti, validi e diversificati. Le maggiori riserve di argille smectitiche e bentonitiche sono localizzate nel Sulcis, nel Sarcidano, nell'Alto Oristanese e nella Nurra.
La produzione nazionale (85% in Sardegna) è aumentata in parallelo con le esigenze del mercato. Manifestazioni simili a quella di cui si tratta nel presente studio sono state localizzate a Bortigali, Bonorva e Benetutti, ma nessuna di esse presenta sufficienti caratteristiche di sostenibilità dal punto di vista economico, logistico ed ambientale. Sono infatti risultate qualitativamente inferiori, generalmente ubicate in zone collinari (soggette a vincolo idrogeologico), scarsamente servite da strade e comunque troppo lontane dalle principali vie di comunicazione.

3.1.1.3 La qualità del materiale rinvenuto nel giacimento di "Monte Furros"
La stratigrafia del giacimento è estremamente semplice essendo costituita da uno strato di suolo di circa 60 cm, seguito da uno strato di materiale sterile di tipo prevalentemente argilloso, con locali livelli sabbiosi e ghiaiosi, di spessore variabile da 3,0 a 13,5 m, per poi passare allo strato di bentonite idonea per l'utilizzo industriale di spessore variabile da 3,0 a 10,0 m circa. Localmente si rinvengono livelli ignimbritici più o meno vetrosi, lenticolari a consistenza litoide, presenti preferibilmente al passaggio tra la copertura sterile e il banco bentonitico.
L'assetto morfologico stratigrafico mostra la presenza più o meno superficiale del banco bentonitico nella zona pianeggiante, a differenza della zona pedecollinare dove il banco bentonitico è presente a profondità più elevate. Tale assetto consente una lavorazione a gradoni multipli coincidenti con i contatti litologici prima descritti.
Il modello stratigrafico strutturale del giacimento presenta un banco argilloso a giacitura orizzontale che nella parte morfologicamente più bassa è a piccola profondità, circa 2 m mentre nella parte più alta il banco presenta una copertura sterile maggiore che raggiunge i 13 – 14 m.

3.1.1.3.1 Caratteristiche delle bentoniti di "Monte Furros"
I campioni analizzati presso i laboratori della Società sono stati classificati con criteri messi a punto in funzione delle caratteristiche produttive dell'impianto nel quale il materiale dovrà essere lavorato e in accordo alle specifiche commerciali richieste dal mercato.
Il materiale individuato trova applicazione oltre che nei prodotti assorbenti correntemente utilizzati dall'impianto della Società anche nel settore dei prodotti comunemente utilizzati per la fonderia e

l'ingegneria civile. Le principali proprietà per le quali il minerale trova applicazioni di tipo industriale sono i valori di assorbimento e le alte proprietà coesive e reologiche con i seguenti parametri limite riportati in Tabella 3.1.1.3.1/A

Rilascio ammoniaca	≤50ppm
Densità apparente	≤1 t/mc
Attrition	≤8%
Assorbimento acqua (westinghouse)	≥70%
Viscosità (Marsh)	≥ 37 sec
Rendimento (American Petroleum Institute)	≥ 95 bbl/sht
Compressione a verde (dopo trattamento termico)	≥ 6 N/cm^2
Strato umido (dopo trattamento termico)	≥ 0,15 N/cm^2

Tabella 3.1.1.3.1/A: principali proprietà delle bentoniti di Monte Furros

3.1.2 Il grado di copertura della domanda

Il presente capitolo analizza la produzione di bentonite nel contesto globale, nazionale e locale al fine di inquadrare il contributo della miniera in parola nei vari contesti.

3.1.2.1 La produzione globale di bentonite

La tabella seguente riassume l'andamento globale della produzione di bentonite suddiviso per continenti. I dati dal 2003 al 2007 provengono dal *Bundesministerium für Wirtschaft und Familien und Jugend (Federal Ministry for Economics and Family and Youth)* austriaco e sono stati pubblicati in *Welt Bergbau Daten, Heft 24, 2009 (World Mining Data, Volume 24, 2009)*, mentre i valori degli anni dal 1999 al 2002 sono a cura dell' *Österreichisches Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (Federal Ministry for Economics and Labour of the Republic of Austria), World Mining Data, April 2006*.

Le due statistiche si sovrappongono, con valori diversi, negli anni 2003 e 2004, per cui si è optato di riportare i dati più recenti. La discrepanza dei valori dipende dalla reticenza degli Stati a dichiarare le reali produzioni di minerali a scopi strategici.

La produzione di bentonite nel periodo 1999 ÷ 2007 si sviluppa con andamento oscillante con tre picchi di valore progressivamente crescente (2001, 2004, 2007) e due decrementi (2002, 2005) il secondo dei quali è più marcato del primo. La produzione globale media nell'arco di tempo considerato è di 12.838.786 t.

Il grafico in Fig. 3.1.2.1/A ed la Tabella 3.1.2.1/B, dipingono lo sviluppo della produzione complessiva mondiale di bentonite.

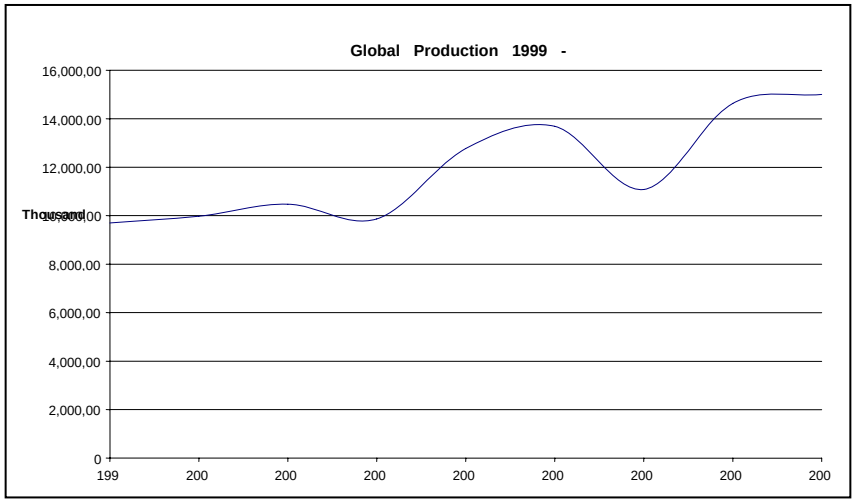


Fig. 3.1.2.1/A: produzione globale di bentonite dal 1999 al 2007

Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Mean
World Total /1000)	9.703	9.978	10.473	9.865	12.768	13.688	11.079	14.629	150.012	128.387

Tabella 3.1.2.1/B: produzione globale di bentonite dal 1999 al 2007

La seguente analisi della produzione media per gli anni dal 1999 al 2007 è stata condotta integrando i dati diffusi dal *Bundesministerium für Wirtschaft und Familien und Jugend* (B.W.F.J.) austriaco nel 2009 con quelli dello *United States Geological Survey* (*Minerals Yearbook – Clay and Shale*). In particolare, le statistiche antecedenti al 2003 sono state prese dalle pubblicazioni dello U.S.G.S., mentre per gli anni successivi sono stati utilizzati i valori diffusi dal Ministero austriaco.
Come si evince dalla Tabella 3.1.2.1/C, la scena globale è dominata dal continente americano che detiene il 37,83% della produzione, seguito a ruota dall'Asia (33,16%) e, con maggior distacco dall'Europa (26,70%). Poco significative risultano le produzioni di Africa ed Oceania.

	Mean	%
Europe	3.597.208	26,70
Africa	180.555	1,34
Asia	4.466.881	33,16
America	5.096.089	37,83
Oceania	129.520	0,96

Tabella 3.1.2.1/C: produzione di bentonite nei diversi continenti

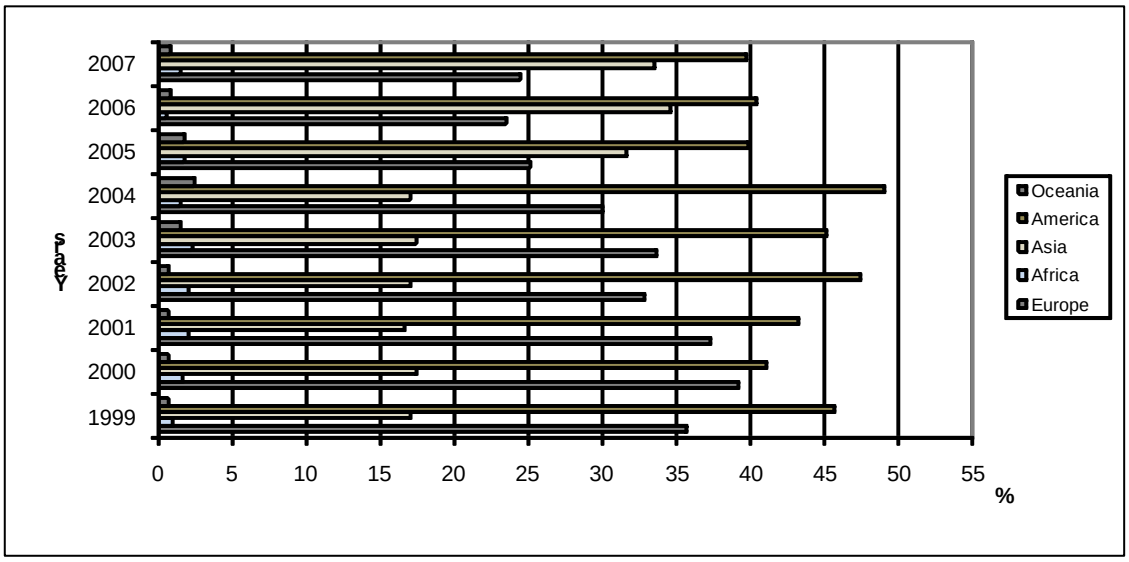


Fig.3.1.2.1/D: ripartizione annuale della produzione di bentonite per ciascun continente

Il grafico in Fig. 3.1.2.1/D, descrive la ripartizione annuale della produzione di bentonite per ciascun continente. La produzione dell'America, nel periodo considerato, è costantemente al primo posto, mentre quella europea cede il passo all'asiatica a partire dal 2005.
Per quanto concerne l'Europa, la Grecia detiene la fetta maggiore della produzione (valore medio 32,43%) seguita dalla Russia Europea (20,76%), dall'Italia (13,34%) e dalla Germania (12,04%).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Armenia	63.000	60.000	58.000	56.000	55.000	40.000	38.000	37.000	35.000
Bosnia Herzegovina	800	5	5	9.829	16.867	24.353	24.882	24.654	32.338
Croatia	8.440	10.013	10.580	12.102	13.568	16.000	17.391	16.410	19.578
Cyprus	140.182	126.300	115.460	128.000	144.859	155.717	172.366	150.620	154.655
Czech Republic	160.000	280.000	224.000	174.000	199.000	201.000	186.000	220.000	335.000
Germany	476.580	464.616	447.913	495.310	478.796	404.549	352.374	393.998	384.709
Greece	1.099.657	1.148.694	1.258.872	1.056.598	1.156.642	1.030.642	1.200.000	1.165.575	1.382.800
Hungary	9.301	5.200	5.200	4.000	5.300	9.300	4.900	6.635	54.000
Italy	562.674	550.000	530.000	250.000	474.475	437.659	445.573	469.654	599.735
Macedonia	30.000	30.000	30.000	25.000	25.000	16.373	14.958	20.353	22.509
Poland	6.000	2.500	2.600	2.800	2.500	2.400	2.200	4.000	1.290
Romania	4.579	35.789	23.779	15.402	17.637	18.161	18.190	14.600	14.713
Russia (Europe)	960.000	920.000	880.000	800.000	720.000	696.000	680.000	664.000	400.000
Slovakia	31.600	75.000	80.000	90.000	120.000	193.291	120.000	100.000	82.200
Slovenia	?	?	?	201	52	100	140	130	130
Spain	61.400	160.000	210.000	100.000	103.174	156.760	162.500	154.746	156.875
Turkmenistan	?	1.919	1.800	1.750	1.600	1.500	1.400	2.000	2.000

Tabella. 3.1.2.1/E comparto estrattivo della bentonite in Europa

Questi quattro Paesi rappresentano quasi i 4/5 del comparto estrattivo della bentonite, mentre il resto dei Paesi produttori hanno come capofila la Repubblica Ceca che estrae mediamente il 6,11% del minerale. Da notare il caso del Regno Unito che dalle iniziali 59.000 t del 1999 è passato alle 6200 t del 2005 sino a cessare del tutto la coltivazione del minerale negli ultimi due anni.
La Tabella 3.1.2.1/E illustra l'evoluzione del settore estrattivo della bentonite in Europa.
La Tabella 3.1.2.1/F descrive il comparto estrattivo della bentonite in Africa. A discapito dei numerosi Paesi esistenti, solo quattro di essi sfruttano economicamente i giacimenti bentonitici, fra questi domina il Sud Africa che produce, in media, il 50,12% del minerale.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Algeria	15.500	22.708	21.286	27.178	25.346	30.319	29.029	27.110	32.600
Egypt	1.500	1.490	0	0	500	700	500	800	1000
Marocco	36.528	21.352	80.434	58.754	68.000	85.400	64.350	21.100	137.100
South Africa	50.363	112.637	115000	117000	145060	55859	139833	32878	45778
Total	103.891	158.187	216.720	202.932	238.906	172.278	233.712	81.888	216.478

Tabella. 3.1.2.1/F comparto estrattivo della bentonite in Africa

I dati inerenti il continente asiatico, riportati nella Tabella 3.1.2.1/G e visualizzati nel grafico in Fig. 3.1.2.1/H, sottolineano il netto dominio della Cina nell'estrazione della bentonite che, da sola, sfiora il 60% della produzione media del periodo in esame.

Il resto della produzione è ripartita fra 11 Paesi fra i quali spiccano la Turchia (13,45%), il Giappone (9,52%) e l'India (8,06%). Nel complesso, i 4 maggiori produttori asiatici rappresentano l'89,91% del settore.

	1999	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
China	**?**	**?**	**?**	**?**	2.200.000	2.250.000	2.300.000	3.200.000	3.200.000
India	230.000	200.000	190.000	180.000	200.000	410.000	590.000	610.000	630.000
Indonesia	50.322	39.300	11.836	11.500	11.000	10.800	12.882	13.000	12.000
Iran	131.240	135.000	113.299	125.510	140.528	140.528	135.000	175.484	180.000
Japan	420.000	428.247	415.115	410.000	425.945	455.282	421.629	425.000	425.000
Korea	112.258	67.652	116.530	70.000	40.095	99.173	85.177	61.137	56.429
Myanmar	**?**	680	572	550	856	800	800	800	800
Pakistan	14.303	13.850	10.700	11.220	11.500	11.700	15.671	20.088	32.708
Philippines	1844	2.000	2.100	2.500	3.722	3.556	3.526	3.500	1.148
Russia (Asia)	240.000	230.000	220.000	200.000	180.000	174.000	170.000	166.000	100.000
Thailand	**?**	2.100	2000	1.700	1.100	1350	32.500	1.200	650
Turkey	560000	636.273	674.577	680.000	831.146	643.153	582.735	400.000	400.000
Total	**1.759.967**	**1.755.102**	**1.756.729**	**1.692.980**	**1.845.892**	**1.950.342**	**4.349.920**	**5.076.209**	**5.038.735**

Tabella 3.1.2.1/G: comparto estrattivo della bentonite in Asia e Medio Oriente

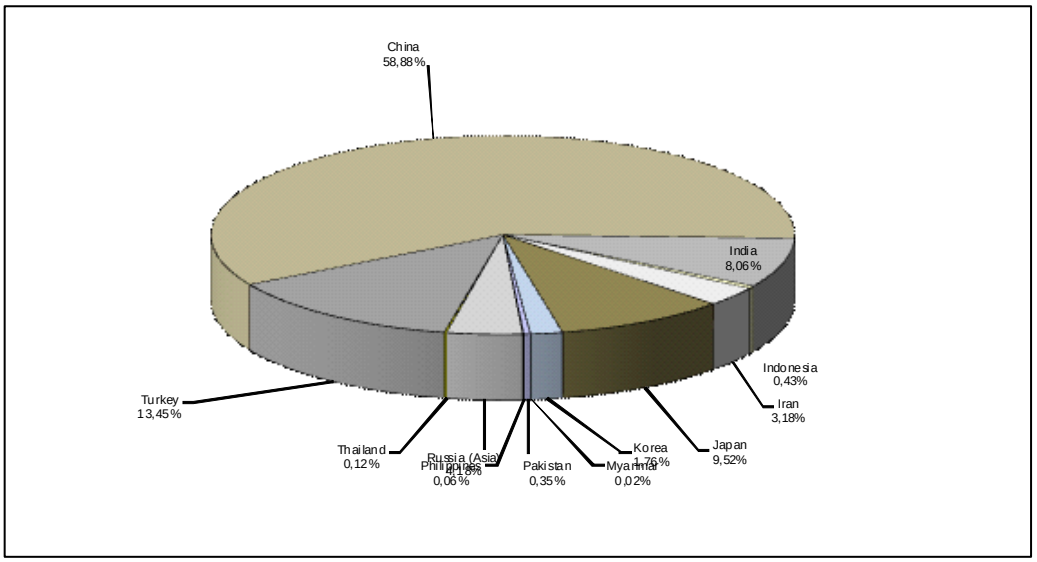


Fig. 3.1.2.1/H: ripartizione della produzione di bentonite in Asia e Medio Oriente

La situazione del settore estrattivo del continente americano nel campo della bentonite è fotografata dalla Tabella 3.1.2.1/I**.**
Gli Stati Uniti s'impongono come principale Paese produttore non solo a livello continentale (82,95%), ma anche in campo mondiale sopravanzando la Cina di 1,6 volte. I rimanenti Stati americani si contendono poco più del rimanente 17% del settore.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	152.300	167.600	135.450	120.006	128.406	163.028	243.590	256.165	250.260
Bolivia	?	1.000	700	300	227	548	590	600	600
Brazil	240.000	245.000	160.381	150.000	190.000	175.000	220.000	235.481	238.746
Chile	1104	1.314	1.500	1.700	748	101	0	0	533
Colombia	9.000	9.200	9.400	8.500	7.000	6.700	6.500	6.300	6.500
Guatemala	3800	3.317	3.200	3.000	6.348	81.688	135.451	20.034	23.382
Mexico	208.610	269.730	415.133	432.940	454.056	564.015	425.630	435.273	613.895
Nicaragua		350	340	320	300	280	0	0	0
Peru	19659	21059	18217	20760	14980	14500	19028	18500	19000
United States	4069996	3405260	3817049	3970700	3970000	4620000	4430000	4940000	4820000
Uruguay		130	125	70	230	122	195	515	530
Totale	4.704.469	4.123.960	4.561.495	4.708.296	4.772.295	5.625.982	5.480.984	5.912.868	5.973.446

Tabella 3.1.2.1/I: ripartizione della produzione di bentonite in America

L'industria estrattiva dell'Oceania occupa l'ultimo posto nella graduatoria intercontinentale della produzione di bentonite con una media, nel periodo 1999 – 2007, di appena 129.520 t corrispondenti allo 0,96%. In questo ambito, rappresentato da soli due Paesi, l'Australia occupa una fetta corrispondente, in media, al 93,52% mentre la rimanente parte è appannaggio della Nuova Zelanda (6,48%). La Tabella 3.1.2.1/L di seguito riportata illustra i rapporti di forza fra i due Stati.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Australia	57.000	56.000	55.000	53.000	144.755	264.038	227.533	125.600	107.200
New Zeeland	10.000	10.000	10.000	7.800	10.940	10.050	7.590	3.028	6.144
Total	67.000	66.000	65.000	60.800	155.695	274.088	235.123	128.628	113.344

Tabella 3.1.2.1/L: ripartizione della produzione di bentonite in Australia e Nuova Zelanda

3.1.2.2 La produzione nazionale di bentonite

I dati inerenti il nostro Paese derivano dalle medesime fonti dei precedenti (*B.W.F.J.* e *U.S.G.S.*). La Tabella 1.2.2/A sottostante e l'annesso grafico in Fig. 3.1.2.2/B dipingono il comparto della bentonite nel periodo 1999 ÷ 2007.

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
562.674	550.000	530.000	250.000	474.475	437.659	445.573	469.654	599.735
100,00	97,75	94,16	44,43	84,33	77,78	79,19	83,47	106,59
0,00	-2,25	-5,81	-55,57	-15,65	-22,22	-20,81	-16,53	6,59

Tabella 3.1.2.2/A: produzione nazionale di bentonite

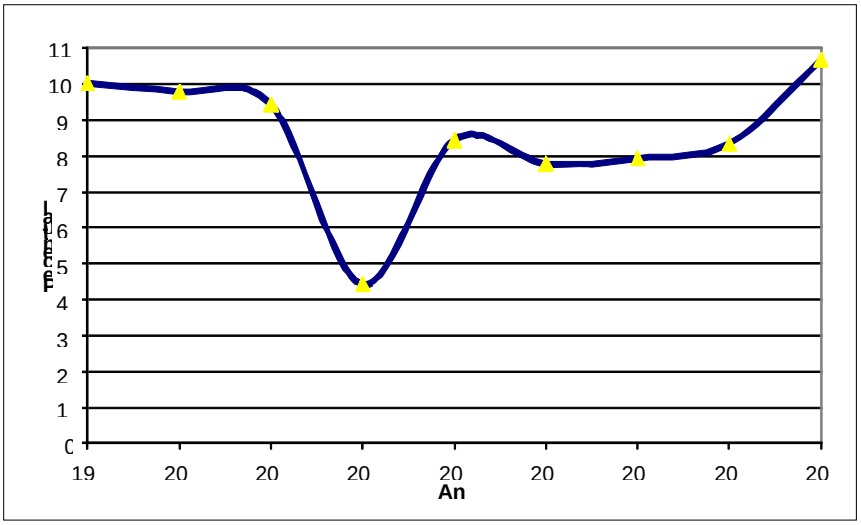


Fig. 3.1.2.2/B: produzione nazionale di bentonite

La produzione del minerale si mostra alquanto altalenante con una lieve decrescita dal 1999 al 2001 (-5,81%) ed un repentino calo nel 2002 (- 55,57% rispetto al 1999 e -47,17% rispetto al 2001) per poi segnare nel 2003 un altrettanto brusca variazione positiva (+47,31%) rispetto al 2002. Il 2004 è un anno nuovamente negativo (-8,41%) rispetto al 2003 (-22,22% rispetto al 1999). A cominciare dal 2005 si registra un progressivo incremento della produzione che nel 2007 fa registrare finalmente valori superiori al 1999 (+6,59%).
I dati ufficiali del Ministero dello Sviluppo Economico si discostano da quelli prodotti dal *B.W.F.J.* e dallo *U.S.G.S.* L'intera produzione italiana, nel periodo 2002 ÷ 2005, anni dei quali sono disponibili informazioni, è imperniata su otto concessioni che diventano cinque nell'ultimo anno di rilevamento, la media è di 358.876 t. Il grafico in Fig. 3.1.2.2/C descrive il comparto estrattivo della bentonite secondo i dati del Ministero.

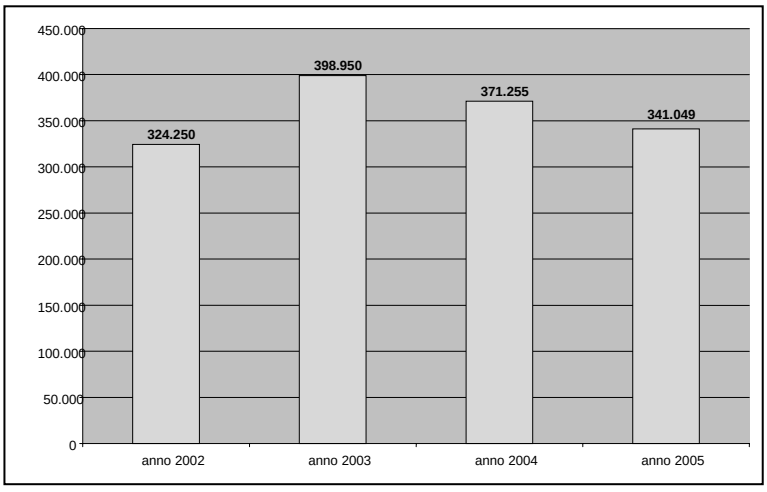


Fig. 3.1.2.2/C: comparto estrattivo della bentonite

I dati, disponibili inerenti le importazioni per Paese (disponibili per gli anni 2003, 2004 e 2005) indicano come una cospicua parte delle importazioni nel nostro Paese sia ascrivibile ad India, Grecia e Turchia ed in misura minore a Spagna, Marocco, Stati Uniti e Romania, grafico in Fig. 3.1.2.2/D

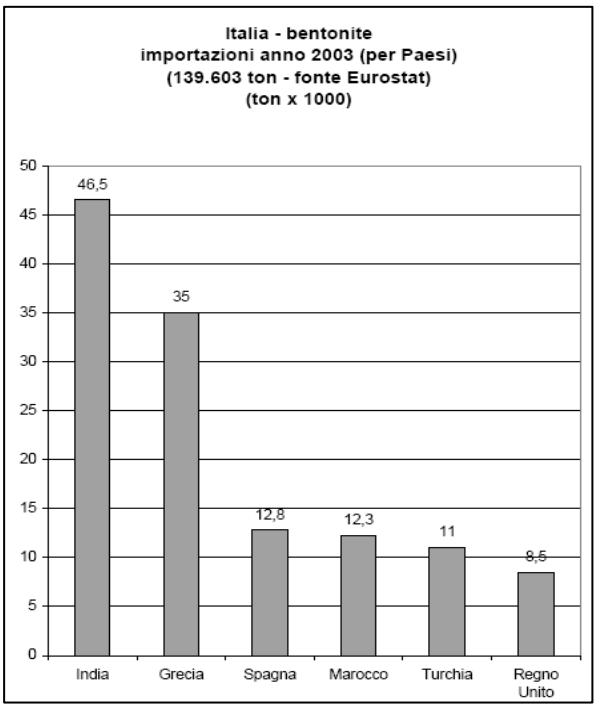


Fig. 3.1.2.2/D: importazioni di bentonite anni 2003-2005

L'ammontare delle importazioni per ciascun anno è di 139.603 t per il 2003, 153.393 t per il 2004 e138.956 t per il 2005, nel complesso, nel triennio in esame sono state introdotte in Italia 431.952 t di bentonite. Il grafico in Fig. 3.1.2.2/E illustra la ripartizione complessiva delle importazioni nel triennio in esame.

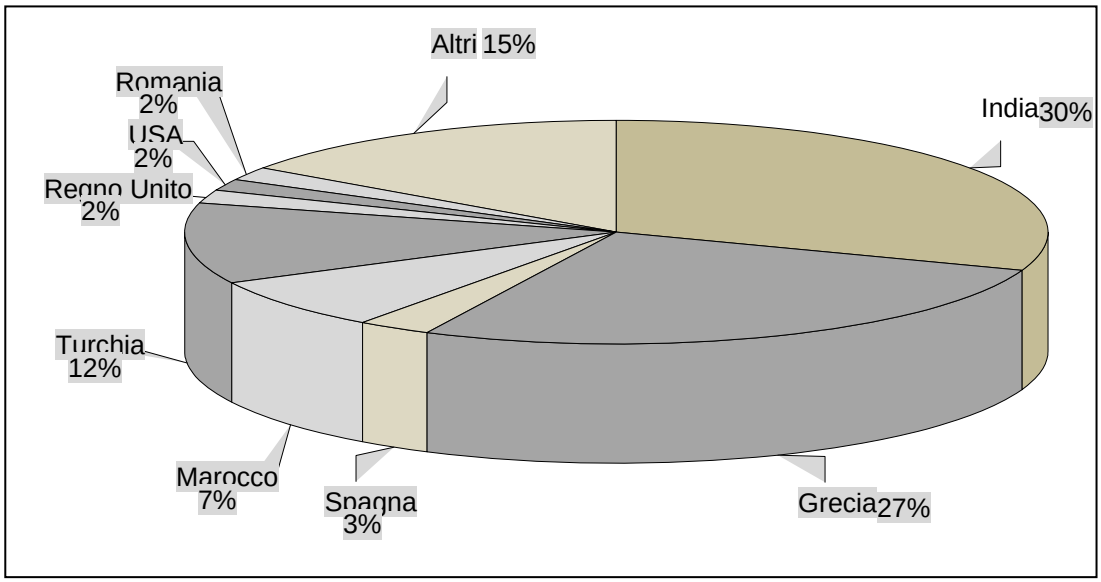


Fig. 3.1.2.2/E: importazioni di bentonite anni 2003-2005

Il quadro delle esportazioni mette in evidenza che la Francia è il principale cliente dell'Italia, seguita da Germania, Spagna, Svezia e Regno Unito. Il grafico in Fig. 3.1.2.2/H**:** illustra il quadro delle esportazioni italiane per gli anni in esame.

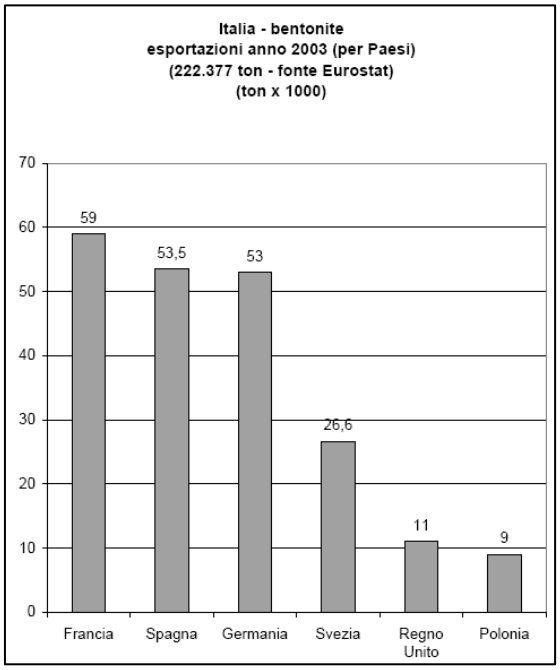


Fig. 3.1.2.2/F: esportazioni di bentonite anni 2003-2005

L'ammontare complessivo delle esportazioni, per ciascun anno in esame, ammonta a 222.377 t per il 2003, 257.589 t per il 2004 e 177.841 t per il 2005. Nel complesso sono state esportate 657.807 t di bentonite, dunque il bilancio importazioni – esportazioni segna un saldo attivo per il nostro Paese pari a 225.855 t. Mediamente, il 32% del minerale esportato nel corso del triennio 2002 ÷ 2005 ha preso la via per la Francia, la Spagna (23%) e la Germania (17%), Fig. 3.1.2.2/I.

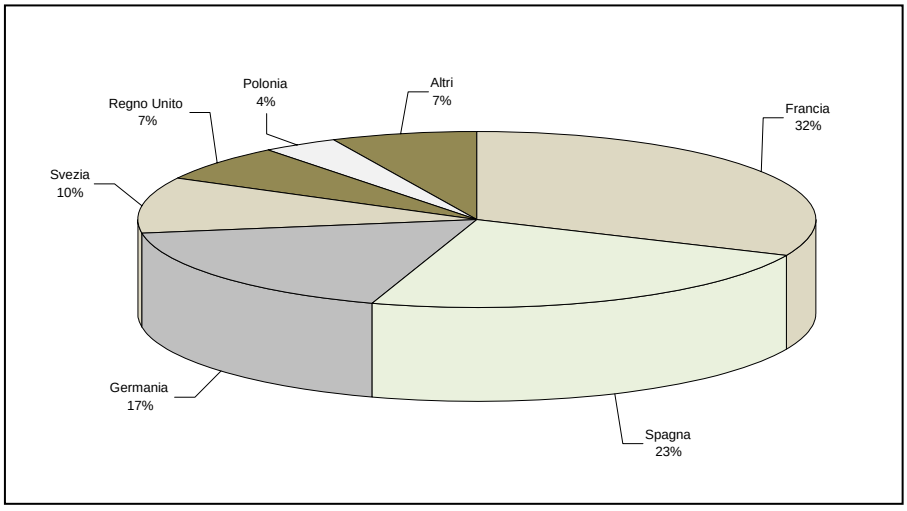


Fig. 3.1.2.2/G: esportazioni di bentonite anni 2003-2005

3.1.2.3 La produzione di bentonite in Sardegna

Gli scarsi dati a disposizione, tratti dal Piano Regionale delle Attività Estrattive (P.R.A.E.) pubblicato nel 2007, ma le cui statistiche risalgono al 2004, delineano la distribuzione delle miniere di bentonite nell'intera Isola ripartite per province come illustrato dalla Tabella 3.1.2.3/A.

Provincia	Concessioni vigenti ha	Aree minerarie in concessioni vigenti ha	Superficie area estrattiva %	Numero concessioni vigenti	Argille	**Bentonite**	Caolino	Feldspato	Ferro	Silicati idrati di Al	Talco	Bario
Cagliari	7359	268	3,6	10	4	**3**		2		1		
Carbonia - Iglesias	9994	256	2,6	10		**4**			1			5
Medio Campidano	453	91	20	0								
Nuoro	5137	307	6	11	1			6	1		3	
Ogliastra	103	8	7,8	1				1				
Oristano	1092	48	4,5	5	1	**2**	2					
Olbia - Tempio	167	5	2,8	1				1				
Sassari	6985	160	2,3	15		**7**	3	5				
Sardegna	31290	1143	3,7	53	6	16	5	15	2	1	3	5

Tabella 3.1.2.3/A: distribuzione delle miniere di Bentonite in Sardegna

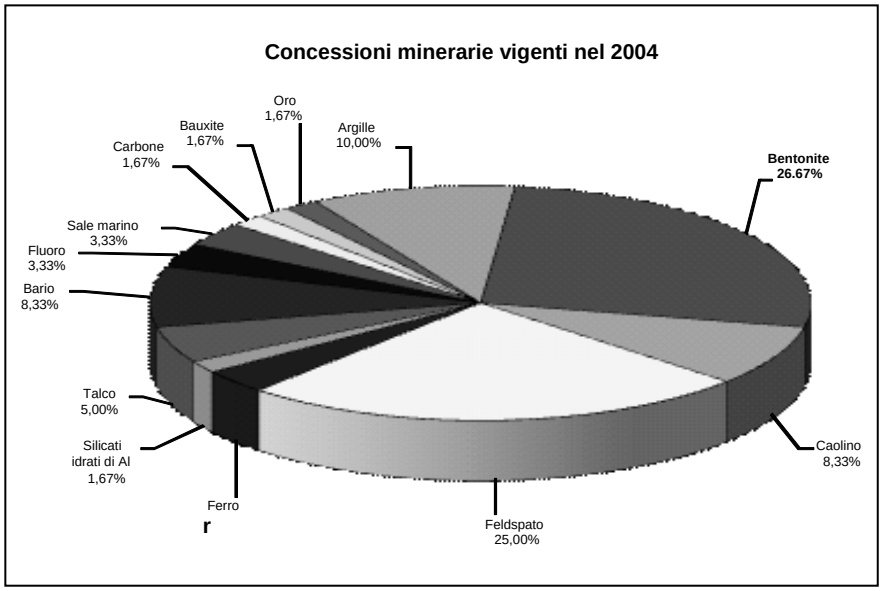


Fig. 3.1.2.3/B: concessioni minerarie vigenti nel 2004

Come si evince dal diagramma in Fig. 3.1.2.3/B, dalla Tabella 3.1.2.3/C e dalla Fig. 3.1.2.3/D la coltivazione della bentonite occupa un posto preminente, sulla base del numero delle concessioni, nel panorama estrattivo sardo, seguita dal feldspato (25%) e dalle argille (10%).

Minerale	Produzione (T)	Operai	Impiegati
Argento	1,4	0	0
Argille Refrattarie	168.828,00	13	6
Oro	1	50	22
Bentonite	381.287,00	24	26
Caolino	161.555,00	3	0
Feldspato	681.391,00	61	23
Fluorite	43.367,00	166	38
Talco	0	18	2
Totale	1.436.430,40	335	117

Tabella. 3.1.2.3/C: produzione di minerali industriali in Sardegna (Anno 1999).
Fonte Assessorato Regionale

A titolo d'esempio la tabella, prodotta dall'Assessorato Regionale all'Industria e ripresa dal sito sardegna industriale.it, riporta i dati sulla produzione isolana di minerali industriali nel corso del 1999. A fronte di una produzione nazionale di 562.674 t (fonte: *Bundesministerium für Wirtschaft und Familien und Jugend*) la Sardegna ha estratto 381.287 t pari al 67,78% del totale nazionale.
Il grafico illustra l'importanza del settore bentonitico anche nell'ambito dei quantitativi di materiale estratto ove si colloca al secondo posto, dietro il settore dello feldspato, con il 26,54%.
Nel campo occupazionale il comparto bentonitico nel 1999 ha fornito lavoro all'11% degli addetti al settore estrattivo sardo (operaî e impiegati) dove si colloca al quarto posto (11%), Fig. 3.1.2.3/E.

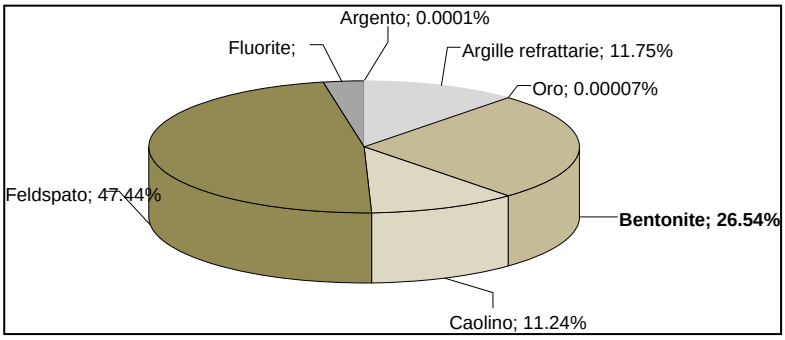


Fig. 3.1.2.3/D: produzione di minerali industriali in Sardegna

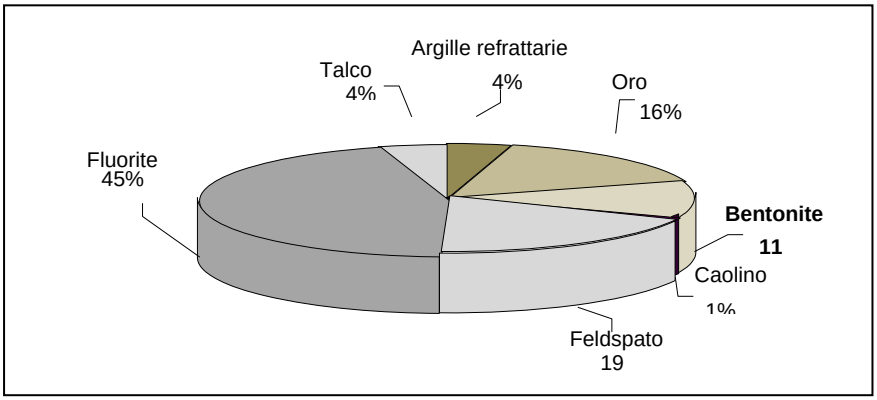


Fig. 3.1.2.3/E: campo occupazionale nella produzione di minerali industriali in Sardegna

3.1.2.4 Il mercato di riferimento e la sua evoluzione

Il minerale che verrà estratto dalla miniera di "Monte Furros" ha come principali settori di applicazione la fonderia e l'ingegneria civile e come settore complementare quello dei prodotti assorbenti.

Per quanto riguarda il settore della fonderia, per avere un'idea più chiara sulle tendenze del mercato sono stati raccolti alcuni dati economici, utilizzando le seguenti fonti: statistiche

AMAFOND (Associazione fornitori macchine e prodotti per fonderia) relative alla produzione della fonderia; rivista internazionale "Industrial Minerals" (rivista leader nel settore dei minerali industriali), estratti di informazioni commerciali della Società stessa e dai suoi clienti.

In Italia gli impianti esistenti sono caratterizzati da una dimensione piccola-media, serviti da un numero limitato di addetti: si tratta di impianti cresciuti limitatamente in settori altamente specializzati. Questa caratteristica che un tempo costituiva motivo di vanto per l'industria italiana, oggi si trova in difficoltà quando deve competere con realtà molto più grandi quali quelle presenti in Germania e Francia; il numero medio di addetti di un impianto italiano si aggira sui 21 contro un 86 di quelli tedeschi.

Il settore della fonderia in Italia come in Europa vive un momento di profonda trasformazione in quanto le vecchie fonderie mostrano segni di ristagno se non addirittura di regresso a vantaggio delle nuove tipologie di fonderia di metalli non ferrosi quali l'alluminio e il magnesio che al contrario dimostrano una grande vitalità con evidenti segni di espansione, tanto che il settore fonderia in generale ha visto una contrazione del mercato domestico pari a circa il 50% in volume rispetto al 2008 mentre è cresciuta l'attività all'estero in particolare nell'Est Europa (Polonia) e nei Paesi dell'Africa che si affacciano sul Mediterraneo (Tunisia, Marocco, Egitto).

Oltre alla fonderia il materiale che verrà estratto dalla miniera di "Monte Furros" trova applicazione nel settore petrolifero dove può essere utilizzato nei fluidi di perforazione, mentre nell'ambito dell'ingegneria civile, il mercato di riferimento principale delle possibili applicazioni a base di bentonite è senz'altro quello delle grandi opere pubbliche che vede possibili scenari di importante sviluppo a breve non solo in Italia ma soprattutto, ancora una volta, nell'area dei Paesi africani che si affacciano sul Mediterraneo.

Le stime di tali mercati rilevabili su base dati "ROSKILL" (market research) e ancora dalla rivista "Industrial Minerals" indicano per l'Italia un mercato di circa 30.000 t/a, mentre per il Nord Africa si stima pari a 50.000 t/a.

In definitiva la domanda di bentonite per il mercato del bacino del Mediterraneo presenta caratteristiche di stabilità con tendenza a crescere nei Paesi in via di sviluppo.

La Sardegna si colloca quindi in una posizione strategica molto competitiva rispetto ai concorrenti dei grandi Paesi industrializzati dell'Europa Centro-occidentale. Ciò rappresenta una grande opportunità per Minersarda che potrà così ampliare la propria gamma di prodotti andando a coprire mercati emergenti ed in rapida fase di sviluppo oltre ad assicurarsi il pieno utilizzo della sua capacità produttiva con conseguenti ed evidenti ritorni economici in termini di riduzione dell'incidenza dei costi fissi di produzione.

Minersarda, che fa parte del Gruppo Laviosa Chimica Mineraria (LCM), non ha difficoltà ad entrare nel settore della fonderia e dell'ingegneria civile visto che LCM già detiene il 75% del mercato nazionale dell'ingegneria civile e il 35% di quello della fonderia. La Società potrà quindi sfruttare tutto il Know how tecnologico per la messa a punto dei prodotti nonché le conoscenze di marketing necessarie alla sua penetrazione commerciale.

Oltre ai suddetti campi di applicazione, il minerale di "Monte Furros" è utilizzato da anni da Minersarda nella produzione di prodotti assorbenti. Questi hanno come applicazione principale le "lettiere"; il settore rientra tra quelli classificabili come beni di largo consumo e segue l'andamento dell'economia europea e nazionale per tale categoria di beni e quindi le aspettative sono di stasi nel breve periodo e di contenuta crescita nel medio lungo.

I dati pubblicati parlano di un mercato europeo pari a 1,2 milioni di t/a per quanto riguarda i prodotti destinati alle lettiere; di questi il 35% è costituito da bentonite, con una netta tendenza alla crescita rispetto ai prodotti leggeri (vedi attapulgite e/o sepiolite). Questo incremento di mercato si può spiegare da un lato nella praticità del prodotto (assorbimento anche degli odori e massimo sfruttamento del materiale) dall'altro nell'incremento numerico degli animali domestici,

specificatamente dei gatti. Per questi motivi è giustificato ritenere che nei prossimi anni, quel 35% attuale possa passare al 50% del mercato europeo così come già avvenuto in USA.
Il minerale estratto dalla miniera di "Monte Furros" ha una produzione programmata di 40.000 t/a delle quali 80% destinate alla esportazione per fonderia e ingeneria civile e 20% risultante dal lavoro di selezione delle precedenti quantità per la produzione di lettiere.
La produzione della nuova miniera di Minersarda crea un indotto verso fornitori locali stimato in circa 650.000,00 €/a e ripartito come segue:
- Affitto terreni comprensivo delle aree di estrazione e deposito: 18.000 €/a.
- Imprese locali di estrazione, movimento terra e ripristini con 5 addetti: 240.000 €/a.
- Canoni regionali: 10.000 €/a.
- Varie imprese locali per il trasporto del minerale: 250 – 270.000 €/a.
- Varie imprese per i servizi portuali: 80 – 100.000 €/a.
- Supporto tecnico specialistico per le attività di estrazione: 10 – 20.000 €/a.
- Benefici indiretti nei confronti di Enti locali per lavori ed opere realizzate a spese della - Società nell'interesse delle comunità locali, (ad esempio: manutenzione strade e bonifiche dei versanti).
- Realizzazione di valore aggiunto agricolo nei ripristini dei terreni al termine della coltivazione, aumento delle superfici sub pianeggianti, spietramenti, ect.

In relazione ai benefici sociali apportati dall'attività mineraria ricordiamo l'impiego degli operai nelle attività di estrazione, trasporto e di trasformazione per la quota di materiale trasformato in Sardegna, oltre al suddetto miglioramento agricolo dei terreni ripristinati.

3.1.2.5 Presupposti tecnico-economici dell'iniziativa e prospettive di mercato

In rapporto alle potenzialità di commercializzazione la miniera ha requisiti sufficienti per un'attività di almeno 23 anni. Il giacimento minerario accertato nell'area richiesta in concessione, può essere stimato, con cautelativa approssimazione in difetto, in 477.431 m^3.
Dall'analisi dei costi si evidenzia la validità economica dell'iniziativa.
L'attività mineraria, condotta per motivi climatici circa sette mesi l'anno, in quanto le argille non sono estraibili nei periodo piovosi, comporterà per le imprese locali un tangibile incremento delle opportunità di lavoro nel campo del movimento di terra, dei trasporti e dei servizi. Insieme agli altri minerali estratti in Sardegna, contribuirà a garantire l'approvvigionamento di materie prime nello stabilimento Minersarda S.p.A. di Villaspeciosa: condizione indispensabile per mantenere e consolidare fatturato e base occupazionale.
La mancata realizzazione del progetto (a qualsiasi causa imputabile) a fronte dell'ininterrotto utilizzo agropastorale di qualche ettaro di terreno, comporterebbe significative conseguenze di ordine economico (perdita di quote di mercato, ridimensionamento o chiusura dello stabilimento di trasformazione di Villaspeciosa) e sociale (perdita di lavoro per i dipendenti interni ed esterni dello stabilimento a vario titolo ed entità). L'ipotesi di coltivazione in galleria, sicuramente non razionale per il tipo di giacimento, comporta un aggravio dei costi tale da non rendere appetibile l'estrazione del minerale.

3.1.3 Evoluzione qualitativa e quantitativa del rapporto domanda-offerta riferita alla presumibile vita tecnica ed economica dell'intervento

Il settore della fonderia in Italia come in Europa vive un momento di profonda trasformazione in quanto le vecchie fonderie mostrano segni di ristagno se non addirittura di regresso a vantaggio delle nuove tipologie di fonderia di metalli non ferrosi quali l'alluminio e il magnesio che al contrario dimostrano una grande vitalità con evidenti segni di espansione, tanto che il settore fonderia in generale ha visto una contrazione del mercato domestico pari a circa il 50% in volume rispetto al 2008 mentre è cresciuta l'attività all'estero in particolare nell'Est Europa (Polonia) e nei Paesi dell'Africa che si affacciano sul Mediterraneo (Tunisia, Marocco, Egitto).
Oltre alla fonderia il materiale che verrà estratto dalla miniera di "Monte Furros" trova applicazione nel settore petrolifero dove può essere utilizzato nei fluidi di perforazione, mentre nell'ambito dell'ingegneria civile, il mercato di riferimento principale delle possibili applicazioni a base di bentonite è senz'altro quello delle grandi opere pubbliche che vede possibili scenari di importante

sviluppo a breve non solo in Italia ma soprattutto, ancora una volta, nell'area dei Paesi africani che si affacciano sul Mediterraneo.
Le stime di tali mercati rilevabili su base dati "ROSKILL" (market research) e ancora dalla rivista "Industrial Minerals" indicano per l'Italia un mercato di circa 30.000 t/a, mentre per il Nord Africa si stima pari a 50.000 t/a.
In definitiva la domanda di bentonite per il mercato del bacino del Mediterraneo presenta caratteristiche di stabilità con tendenza a crescere nei Paesi in via di sviluppo.

3.1.4 Stabilità dei fronti di scavo

Prima di procedere alla fase esecutiva dei lavori è necessario analizzare tramite apposite analisi di laboratorio e simulazioni al computer le proprietà meccaniche degli ammassi rocciosi interessati dal progetto. I modelli previsionali contribuiscono all'orientamento della progettazione in direzione di più ampî margini di sicurezza per la tutela della salute dei lavoratori e per la salvaguardia dell'ambiente allontanando lo spettro di effetti imponderabili ed indesiderati.
Le indagini sono state condotte seguendo le modalità sotto riportate:

- analisi della situazione esistente in situ;
- analisi di laboratorio;
- elaborazione dei dati acquisiti;
- calcolo del coefficiente di sicurezza per le sezioni di interesse.

3.1.4.1 Stratigrafia

La stratigrafia e tettonica dell'area è stata analizzata tramite un rilevamento geologico di dettaglio in scala 1:10.000 che per completezza di ricerca si estende ben oltre i limiti proposti per la concessione. Nella Tavola del progetto di coltivazione (d'ora in poi denominata Tavola di progetto) 4.1 sono riportate la carta geologica e le sezioni geologico interpretative.
La serie affiorante nella zona, dall'alto in basso, è la seguente:

- Copertura detritica di versante – Quaternario. Questi depositi si trovano ai piedi dei gradini morfologici principali.
- Suoli argillosi bruno nerastri ad elevato contenuto di minerali smectitici – Quaternario.
- Sono stati cartografati principalmente nelle aree di alterazione dei litotipi vulcanici associati ai quali si rinvengono le argille smectiche.
- Basalti interplacca in espandimenti lavici – Plio-Pleistocene. Affioranti nel margine SW.
- Calcareniti ricche in gusci di bivalvi – Miocene inf. Affioranti in una limitata estensione al margine Ovest del rilevamento.
- Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eteromci di conoide alluvionale. Formazione di "Opia Nuova" – Miocene inf. Affioranti sotto i basalti nel margine Sudovest dell'area.
- Piroclastiti di flusso di colore grigio chiaro, moderatamente saldata – Miocene inf. Affiorano in isole nella parte Est.
- Deposito epiclastico costituito da areniti da medie a fini con tracce di bioturbazione, silt marroni e arenarie verdi. "Formazione lacustre auctorum" Miocene inf. Affiorano al di sotto della formazione precedente
- Piroclastite di caduta, mediamente saldata di colore rosa. – Miocene inf. Presente nella parte orientale e meridionale del rilevamento.
- Piroclastite di flusso, fortemente saldata di colore dal viola al rosso, spesso alterata in prossimità di faglie. Costituisce il litotipo principale dell'area rilevata, al suo interno si rinvengono i livelli bentonitici.
- Piroclastite di caduta, poco saldata di colore rosa, povera di pomici e litici. – Miocene inf. Costituisce il letto delle piroclastiti precedenti e viene alterata in bentonite come sopra.
- Andesiti di brecce autoclastiche spesso alterate, con vene di pirolusite e silice. Miocene inf. Affiorano nella parte settentrionale.
- Deposito epiclastico composto da tufiti finemente laminate con intercalati livelli di cineriti, pomici ed arenarie. Miocen inf.

La tettonica dell'area è caratterizzata dalla presenza di due sistemi di faglie: il primo ha andamento grossomodo N-S, ed è rappresentato da faglie dirette che ribassano la parte orientale, il secondo sistema ha andamento E-O ed è rappresentato da faglie distensive che ribassano la parte meridionale dell'area studiata. I livelli bentonitici si rinvengono all'interno dei depositi piroclastici pomiceo-cineritici e ignimbritici.
Per quanto riguarda la genesi del minerale le ipotesi formulate sono che la bentonite si è originata per alterazione delle piroclastiti, a seguito dell'aggressione di fluidi idrotermali risaliti lungo le faglie.

3.1.4.2 Classificazione Geotecnica dei Materiali

In base alle indagini svolte la stratigrafia dell'area interessata dai lavori presenta una struttura a strati sub-orizzontali molto semplice costituita da due strati principali, il primo di spessore, denominato "strato di copertura", variabile fino a circa 13 m e un secondo strato di circa 8 m, alla quale sì è voluto dare il nome di "strato produttivo".
Entrambi gli strati sono di natura prettamente argillosa con la differenza che lo strato di copertura presenta nella matrice argillosa clasti di varie dimensioni da millimetriche a centimetriche che lo fanno classificare come un vero e proprio detrito a matrice argillosa. Lo strato produttivo invece è francamente argilloso anche se la presenza di minuti inclusi di dimensioni millimetriche tolgono al complesso argilloso, solo nella parte più superficiale, quella omogeneità che è propria invece del banco produttivo.
Dal punto di vista geotecnico lo strato di copertura può essere classificato come detrito argilloso con clasti dell'ordine di grandezza di una ghiaia con screziature nere riconducibili al processo genetico dell'argilla. La matrice argillosa si presenta di media alta consistenza geotecnica ma la risposta globale per eventuali problematiche di stabilità è condizionata dalla presenza dei clasti che riducono le proprietà coesive dell'ammasso. Nel complesso però la consistenza geotecnica dello strato di copertura si può considerare accettabile.

3.1.4.3 Stabilità dei Fronti

La coesione geotecnica dell'argilla, secondo la relazione geotecnica del progetto sembra del tutto sufficiente per sopportare le sagomature prima previste per lo strato di copertura.
I valori ottimali proposti per le altezze dei gradoni sono anche confortati dai risultati ottenuti in cantieri di altre miniere dove sono presenti materiali similari.
Le dimensioni date alla sagomatura concordano con un'ipotesi di calcolo secondo il grafico di Taylor per cui per un angolo di pendio di 60°, un angolo di attrito interno di $\varphi = 5°$, coesione c=2 t/mq e γ=1,686 t/mc si ha un'altezza critica pari a 7,1 m, in accordo alle indicazioni del DM 11/03/88, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,3 l'altezza massima da dare alle scarpate del fronte risulta pari a 5,5 m. Pertanto il valore assunto di circa 4 m si può considerare di tutta sicurezza visto che la coesione riscontrata in laboratorio sul campione esaminato è nettamente superiore a quella introdotta nel calcolo, per quanto riguarda l'angolo di attrito interno, pur non avendo il riscontro del laboratorio, dall'esame macroscopico dei campioni estratti dalle fustelle si può facilmente ipotizzare un angolo di attrito interno superiore ai 5° previsti nel calcolo.

3.1.4.4 Geometria del Fronte di Coltivazione

L'area destinata alla coltivazione presenta una morfologia sub-pianeggiante che verso Nord raggiunge un'inclinazione intorno ai 15°.
Come già accennato il modello stratigrafico strutturale del giacimento presenta un banco argilloso a giacitura orizzontale che nella parte morfologicamente più bassa è a piccola profondità, circa 2 m mentre nella parte più alta il banco presenta una copertura sterile maggiore che raggiunge i 13 – 14 m.
Il metodo di lavoro più indicato per ottimizzare la produzione in un tale assetto stratigrafico consiste nell'escavazione con asse di coltivazione valle-monte o monte-valle a seconda delle necessità logistiche di cantiere. Specificatamente per i lotti 1 e 3 il verso sarà da valle a monte, mentre per il lotto 2 è stato scelto il verso opposto.

In questo modo gli sterili vengono direttamente collocati nei vuoti precedentemente creati riducendo al minimo l'estensione delle aree di lavorazione.
Tenuto conto della metodologia di coltivazione appena accennata è sembrato opportuno suddividere il cantiere in tre lotti pressoché omogenei per estensione areale e consistenza delle riserve in ognuno delle quali si potrà procedere con campagne di scavo calibrate sulle necessità annuali del minerale.
La conformazione stratigrafico-strutturale del giacimento, come risulta dalle indagini geologico-minerarie, vedi le Tavole di progetto dalla 4.1 alla 4.6, consigliano una coltivazione a gradoni multipli discendenti con sbassi posti in corrispondenza dei contatti litologici. Ciò è in accordo con la conformazione morfologica del sito che, con questo tipo di coltivazione, ottimizza la resa in banco del minerale attutendo al massimo l'impatto ambientale.
Man mano che si procede con lo scavo verranno ricolmati i vuoti precedenti in maniera che le fasi di ripristino dell'area scavata saranno pressoché concomitanti con le fasi di escavazione.
C'è da osservare che, per ottimizzare la logistica di cantiere, è opportuno, come indicato nelle varie planimetrie di sviluppo delle singole fasi produttive, lasciare al piede del ripristino una viabilità che consenta l'accesso continuo alle diverse zone di lavoro e allo stesso tempo mantenga libera la parte confinante con il lotto adiacente in modo da poter agevolmente sfruttare il banco quando la coltivazione interesserà quelle aree.
Occorre tenere presente che la tipologia del materiale (argilla) non consente la coltivazione durante i periodi piovosi pertanto l'attività si classifica come stagionale.

3.1.5 Piano di coltivazione e Attività necessarie alla realizzazione dell'opera in fase di allestimento di cantiere e di esercizio

Col termine "*coltivazione*" si intende l'insieme di tecniche e lavorazioni mirate all'estrazione di minerali da un giacimento, alle quali si possono o meno associare trasformazioni secondarie atte a migliorarne le caratteristiche al fine di ottenere un prodotto inseribile nel mercato. In generale, l'azione mineraria si estende dall'estrazione della risorsa geologica al suo trattamento e valorizzazione attraverso impianti atti a renderla disponibile, con le caratteristiche di qualità richieste, agli utilizzatori.
L'esercizio di un'attività mineraria si discosta da altri progetti, come quelli per la costruzione di strutture civili e/o industriali, poiché coincide con lo sviluppo e/o realizzazione delle coltivazioni. Infatti, l'esercizio della miniera è la coltivazione del giacimento stesso. Nel caso specifico, il trattamento del minerale e la sua trasformazione sono eseguite in aree esterne alla concessione mineraria ed in particolare presso lo stabilimento di Villaspeciosa (CA) di proprietà della Minersarda dove le bentoniti subiscono la trasformazione per l'uso commerciale.
Il presente piano di coltivazione, sviluppato in funzione del volume di giacimento disponibile, della durata della concessione e della domanda, prevede le seguenti lavorazioni:

- preparazione del cantiere;
- coltivazione;
- trattamento del tout-venant.

3.1.5.1 Preparazione del cantiere

Prima di dare inizio ai lavori di coltivazione si procederà alla preparazione ed al cantieramento della zona operativa. La relazione geologico-giacimentologica ha messo in evidenza, nell'area di concessione, che il giacimento è caratterizzato da banchi argillosi di forma lenticolare e/o livelli più o meno continui intercalati ai depositi ignimbritici, pomiceo cineritici e depositi alluvionali.
I lavori di preparazione del cantiere consistono nella predisposizione dei box da destinare ad uffici, spogliatoio e mensa ed a quanto necessario al personale impiegato per la manutenzione ordinaria dei mezzi. In contemporanea si procederà alla realizzazione della viabilità interna con caratteristiche tali da consentire il raggiungimento delle fronti di scavo da parte dei mezzi d'opera.

3.1.5.2 Fasi di coltivazione

La scelta del metodo più idoneo, come per altro la sua evoluzione spazio-temporale, è condizionata dalla morfologia della superficie e, in subordine, dall'ubicazione, dalla geoma e dimensione del giacimento. Particolare importanza è da attribuirsi, inoltre, alle caratteristiche geomeccaniche e geotecniche delle formazioni geologiche oggetto di coltivazione. Nel caso specifico, utilizzando la nomenclatura per la classificazione delle cave, la miniera a cielo aperto denominata "Monte Furros" è considerata una coltivazione di pianura che si sviluppa in fossa.
La coltivazione in s.s. può essere ulteriormente suddivisa nelle seguenti fasi:

- asportazione del terreno vegetale;
- coltivazione in s.s.;
- carico, sgombero e trasporto del minerale.

3.1.5.2.1 Asportazione del terreno vegetale

Prima di dare inizio ai lavori di coltivazione si procede alla preparazione della superficie interessata con l'asportazione del terreno vegetale. Nello specifico tale intervento viene eseguito per lotti opportunamente dimensionati e per profondità limitate all'orizzonte pedogenetico.
Il suolo asportato, con l'ausilio di una pala gommata, sarà opportunamente accantonato per essere poi riutilizzato durante i lavori di ripristino ambientale nei lotti che hanno raggiunto la configurazione di progetto.

3.1.5.2.2. Coltivazione in S.S.

Il metodo di lavoro più indicato per ottimizzare la produzione in un tale assetto stratigrafico consiste nell'escavazione con asse di coltivazione valle-monte o monte-valle a seconda delle necessità logistiche di cantiere. Specificatamente per i lotti 1 e 3 il verso sarà da valle a monte, mentre per il lotto 2 è stato scelto il verso opposto.
In questo modo gli sterili vengono direttamente collocati nei vuoti precedentemente creati riducendo al minimo l'estensione delle aree di lavorazione.

3.1.5.2.3. Carico sgombero e trasporto

Poiché l'escavazione del *tout-venant* e dello sterile sarà realizzata con escavatore meccanico, il loro carico e trasporto può essere considerato un tutt'uno con la fase di abbattimento. Lo sterile sarà trasportato in discarica nelle prime fasi della coltivazione e utilizzato per colmare i vuoti nelle fasi successive di ripristino. Il materiale mineralizzato, al contrario, sarà caricato direttamente negli autoarticolati e successivamente trasportato agli impianti di trattamento esterni alla concessione. La coltivazione dei minerali bentonitici risente notevolmente dell'andamento climatico, pertanto, nei mesi più piovosi le attività estrattive subiranno dei rallentamenti o la sospensione. Poiché l'impianto di trattamento e trasformazione non può interrompere il ciclo produttivo, in occasione di lunghi periodi di sospensione sarà creato, in aree appositamente predisposte, un deposito temporaneo per lo stoccaggio del minerale.

3.1.6 Caratteristiche fisiche e tecniche del progetto. aree occupate in fase di allestimento cantiere e di esercizio

Il rilevamento geo-strutturale di superficie, le analisi di laboratorio sulle campionature ed i sondaggi effettuati nel preesistente permesso di ricerca, hanno consentito l'elaborazione di un modello interpretativo delle geome della mineralizzazione e delle altre formazioni presenti. Sulla base di tale modello sono stati calcolati i volumi del minerale utilizzabile industrialmente, del minerale di scarto, dei materiali sterili, del suolo vegetale.

3.1.6.1 Progetto di coltivazione

Il progetto di coltivazione delinea le caratteristiche dimensionali dell'attività mineraria quali:

- estensione delle superfici interessate dalla concessione e dagli scavi;
- quote del piano di campagna dalle quali si intende procedere con gli scavi;
- suddivisione della coltivazione in lotti funzionali;
- volumi di sterile e minerale prodotti per ogni lotto funzionale;
- metodo e tecnologie impiegate nell'estrazione;
- eventuali lavorazioni e/o trattamento del minerale in miniera.

3.1.6.2 Caratteristiche dimensionali del progetto di coltivazione

Al fine di meglio inquadrare le reali caratteristiche dimensionali del progetto minerario vengono forniti i principali param dimensionali. In tal senso, nella Tabella 3.1.6.2/A si riportano tutte le caratteristiche crono - spaziali del progetto. Nei paragrafi successivi si forniranno le caratteristiche di ogni lotto funzionale previsto.

	ha	192
Perimetro	km	1,32
Superficie di coltivazione totale	ha	9,84
Quota max	m s.l.m.	315
Quota min	m s.l.m.	300
Numero di gradoni massimi previsti		7
Altezza Max gradoni (H)	m	5
Larghezza gradoni (B)	m	5
Pendenza gradoni (i)	gradi	60°
Volume geomco del giacimento	m^3	1.320.129
Volume materiale sterile	m^3	661.388
Peso di volume in banco	t/m^3	1,9
Volume suolo	m^3	61.953
Volume materiale utile	m^3	477,31
Coefficiente di scarto		0,20
Volumi disponibili per i ripristini	m^3	936.895
Numero lotti		3
Durata della concessione	anni	23

Tabella. 3.1.6.2/A: caratteristiche dimensionali del progetto di coltivazione

3.1.6.3 Durata temporale della concessione mineraria

Gli elementi di base che concorrono a mantenere in esercizio qualunque attività produttiva sono essenzialmente:

- Disponibilità delle materie prime;
- Convenienza economica;
- Capacità tecnico-economica.

La disponibilità di materia prima, nel caso specifico della Concessione Mineraria di "Monte Furros", è garantita dalla presenza, come evidenziato dalla relazione giacimentologica, da un importante banco argilloso a giacitura orizzontale che nella parte morfologicamente più bassa è a piccola profondità, circa 2 m mentre nella parte più alta il banco presenta una copertura sterile maggiore che raggiunge i 13 – 14 m.

Lo studio di mercato concernente prodotti similari a quelli che si vogliono commercializzare, l'analisi degli investimenti ed i costi di produzione previsti, rendono l'attività estrattiva proposta economicamente conveniente. In tal senso la società Minersarda S.p.A., per la sua storia in campo minerario e per la sua clientela, fornisce ampi margini di garanzia. La concessionaria stima di commercializzare mediamente 40.000 t / anno di bentonite da inviare all'impianto di Villaspeciosa (CA) per la trasformazione.
Sulla base di tale fabbisogno annuo (Fa), della bentonite idonea alla commercializzazione, la durata temporale (T) della concessione è così calcolabile, compresi i tempi di ripristino ambientale (T = 907.118 t / Fa = 22,68 ≅ 23 anni).

3.1.6.4 Suddivisione e descrizione dei lavori di coltivazione

Sulla base dei volumi di scavo e del fabbisogno annuo di prodotto l'intero progetto è stato suddiviso in lotti funzionali che consentono di ottenere notevoli vantaggi non solo in termini di riduzione dei costi, ma anche in termini di recupero ambientale delle aree interessate. Per quanto riguarda il primo aspetto la possibilità di sistemare immediatamente gli sterili a colmata degli scavi fa si che si evitino costi aggiuntivi di movimentazione degli stessi al termine dei lavori. In secondo luogo si evitano antiestetiche discariche provvisorie, ma in particolare si ridurranno i tempi del reinserimento nell'ambiente circostante delle aree ripristinate.
Di seguito si fornisce una descrizione dei lavori di coltivazione così suddivisi:

- lotto 1: da 0 a 8,1 anni (Tavole di progetto . 5.3, 5.4, 5.5, 5.6);
- lotto 2: da 8,1 a 15,4 anni (Tavole di progetto . 5.7, 5.8);
- lotto 3: da 15,4 a 22,6 anni (Tavole di progetto . 5.9, 5.10);
- dismissione e ripristino ambientale da 22,6 a 23 anni.

3.1.6.5 Descrizione dei lavori di escavazione

La logistica di escavazione prevede che l'apertura dello scavo sia ubicata nella parte Sud-Ovest del giacimento con ingresso direttamente dalla strada vicinale del Sassitu.
La dinamica di sviluppo del primo anno di lavoro è riportata nella planimetria della Tavola di progetto 5.3 e nelle sezioni di Tavola di progetto 5.4. Nelle tavole sono state individuate l'area per il deposito del suolo proveniente dallo scoticamento del primo e secondo anno di lavoro e dell'area destinata al deposito temporaneo degli sterili provenienti dal primo sbancamento. Il minerale escavato verrà collocato in terreno appositamente affittato posto in prossimità della strada provinciale di Sant'Antiogu.
Le aree destinate a deposito temporaneo del suolo e degli sterili occupano rispettivamente superfici di 4.200 m^2 e 1.000 m^2 , si veda la Tavola di progetto 5.3.
Si avrà anche l'accortezza di posizionare il suolo e gli sterili derivanti dagli scavi in strati che non supereranno i 5 m di altezza, limitandone pertanto l'impatto visivo, anche se nel caso di questa miniera non esistono problemi di visibilità rispetto a strade pubbliche importanti o centri abitati, essendo l'area morfologicamente incassata.
Prima di avviare le attività di estrazione, il cantiere nella sua globalità ed in particolare gli scavi, dovranno essere opportunamente recintati e dotati di apposita cartellonistica. L'area destinata allo stoccaggio degli sterili dovrà essere appositamente preparata previa asportazione del terreno vegetale che sarà collocato, come già detto, nell'area di deposito.
Contemporaneamente all'avanzare dello scavo, sul bordo superiore dovrà essere realizzata una canaletta di regimazione delle acque piovane, convogliandole (dopo essere state depurate della componente solida in opportune vasche di decantazione) direttamente nel laghetto artificiale esistente poco a valle del cantiere.
A completamento della logistica saranno adeguate al transito dei dumper e dei camion destinati al carico del minerale le piste di accesso ai pianori di coltivazione, dotandole come si usa per motivi di sicurezza nella pratica corrente di cantiere, di adeguati rialzi sul bordo di valle.
Il seguente schema illustra come verranno articolati i lavori di coltivazione procedendo nei tre lotti previsti. Occorre precisare che una volta avviati i lavori le singole fasi descritte in modo schematico saranno realizzate in un ciclo continuo e consequenziale.

3.1.6.5.1 Lotto 1 (0 ÷ 8,1 anni)

Il tempo necessario per completare la coltivazione del primo lotto è stimato in 8,1 anni con operazioni di coltivazione suddivise nel tempo in fasi cicliche consequenziali. Per quanto riguarda il primo anno sono previste le seguenti attività:

- Scoticamento e messa in stock nell'apposita area dello strato di suolo e terreno pedogenizzato, sia della superficie che verrà scavata nel primo anno sia di quella destinata al deposito temporaneo degli sterili. Si avrà cura di mantenere il terreno agrario (che si presenta di natura argillosa) con le stesse peculiarità originarie mediante opportuni trattamenti quali fertilizzazioni e inerbimento.
- Escavazione e messa in stock nell'apposita area, degli sterili di copertura prodotti durante il primo anno di coltivazione.
- Escavazione e commercializzazione del minerale che verrà inviato allo stabilimento di Villaspeciosa, imbarcato dal porto di Porto Torres o da Olbia. Nel periodo antecedente le piogge il minerale sarà collocato in un sito opportunamente predisposto all'interno del cantiere, dal quale sarà poi inviato alle diverse destinazioni.

Al termine del primo anno avremo uno scavo di circa 0,5 ha e un accantonamento di materiale costituito da due cumuli: uno formato dagli sterili misti agli scarti del minerale e uno formato dal suolo.

Nel secondo anno di coltivazione si procederà in maniera analoga al primo, con l'asportazione e messa in deposito del suolo agrario, e l'escavazione degli sterili che potranno già essere utilizzati per avviare il ripristino dello scavo del primo anno. Nella messa a dimora degli sterili provenienti dallo scavo del secondo anno nel vuoto lasciato dalle lavorazioni del primo anno, come già accennato nella descrizione generale del primo lotto, si avrà l'accortezza di lasciare un corridoio di larghezza idonea al transito dei mezzi nei due sensi di marcia. Il corridoio verrà ad interessare la parte orientale dell'area (primo lotto) in modo da separare nettamente la parte in fase di ripristino da quella che ancora dovrà essere sfruttata in concomitanza con la coltivazione del secondo lotto (si veda la Tavola di progetto n. 5.5).

Man mano che si procede con il ripristino dello scavo (con riempimenti che colmeranno i vuoti procedendo da Ovest verso Est) si avrà l'accortezza di mantenere attiva una strada di servizio ubicata a ridosso del muro nella parte meridionale del cantiere, alla quota del piano di campagna ripristinato, con rampa di collegamento tra le quote superiori e quelle di fondo scavo che avanzerà con il procedere del ripristino.

Dal terzo anno sino al completamento del lotto lo sviluppo della coltivazione manterrà le stesse dinamiche fino a raggiungere, intorno al 8° anno la configurazione illustrata nelle Tavole di progetto 5.5 e 5.6.

Come si vede a quell'epoca il lotto presenterà un ripristino per la maggior parte dell'area escavata con un vuoto pronto a essere riempito con gli sterili provenienti dallo scoperchiamento del secondo lotto i cui lavori, questa volta, inizieranno dalla parte morfologicamente più alta e limitrofa allo scavo esistente.

C'è da notare che in fase di ripristino si avrà l'accortezza di collocare gli sterili in modo tale da ottenere una morfologia a debole inclinazione, cosi da garantire il regolare deflusso delle acque superficiali, sino alla quota prevista dal profilo morfologico di ripristino indicato sia in planimetria sia nelle sezioni, vedi le Tavole di progetto 5.5 e 5.6.

La Tabella 3.1.6.5.1/A, sottostante, riepiloga le principali caratteristiche dimensionali, relativi al primo lotto.

	Lotto 1		
1	Area	m^2	33.331
2	Spessori (m)	suolo	0,5
		sterile	6,6
		bent.	6,4
		totali	13,5

Tabella. 3.1.6.5.1/A: caratteristiche dimensionali relative al 1 lotto

	Lotto 1		
3	Volumi Suolo	m^3	16.666
4	Volumi Sterile	m^3	219.985
5	Volumi Bentonite	m^3	213.318
6	Volumi Totali	m^3	449.969
7	Coefficiente Di Stima	k	0,80
8	Volume Bentonite Commerciabile	m^3	170.655
9	Coefficiente Di Scarto	k	0,20
10	Volume Bentonite Di Scarto	m^3	42.664
11	Volumi Residui *(Riga 6 - Riga 8)*	m^3	279.314
12	Coefficiente Di Espansione	k	1,20
13	Volumi Disponibili Per I Ripristini *(Riga 11 X Riga 12)*	m^3	335.177
14	Stripping Ratio	k	1,64
15	Peso Di Volume Stimato In Situ	t/ m^3	1,9
16	Riserve *(Riga 8 X Riga 16)*	t	324.244
17	Produzione	t/a	40.000
18	Durata Anni	n	8,1
19	Volumi Da Ripristinare Tenendo Conto Della Morfologia Finale	m^3	378.923
20	Delta Volumi	m^3	43.746

Tabella. 3.1.6.5.1/A: caratteristiche dimensionali relative al 1 lotto (segue)

3.1.6.5.2 Lotto 2 (da 8,1 a 15,4 anni)

Il lotto n. 2 è adiacente al lotto 1, pertanto lo scavo si viene a trovare in continuità con la fase precedente. Per questo motivo la coltivazione nel nono anno interesserà la zona morfologicamente più elevata e con maggiore quantità di sterile.
Ovviamente i lavori di coltivazione saranno affrontati in sequenze continue in modo da assicurare comunque la produzione richiesta dall'azienda, pertanto la separazione tra i lavori del primo e del secondo lotto è del tutto convenzionale visto che in pratica la produzione presenterà sempre un carattere di continuità.
Lo sterile derivante dallo scoperchiamento della parte alta del secondo lotto troverà facile collocazione nell'ultimo ampio scavo rimasto aperto al termine della coltivazione del lotto 1. Nel collocare gli sterili si avrà l'accortezza di raccordare la morfologia di ripristino stabilita (vedi paragrafo precedente) con quella originaria facendo assumere al materiale utilizzato per il ripristino un angolo di riposo di assoluta sicurezza per la stabilità.
Al termine del nono anno la configurazione del cantiere sarà del tutto simile a quella assunta al termine dei lavori di scavo del primo lotto.
Le varie fasi di coltivazione seguiranno la dinamica di sviluppo impostata per il primo lotto in senso inverso (da monte verso valle) e quindi dal nono anno fino al 15° anno il cantiere presenterà uno scavo via via morfologicamente più basso e con minore movimentazione di materiale, vista l'assottigliamento dello sterile.
Procedendo con la dinamica di sviluppo del prima descritta, al 15° anno si arriverà a coltivare la parte finale del secondo lotto. Lo stato dei lavori potrà essere cosi riassunto:

- i cumuli degli sterili precedentemente stoccati saranno stati completamente asportati e ricollocati negli scavi degli anni precedenti;
- la morfologia della parte più elevata sarà adattata al ripristino con le modalità applicate nel primo lotto;

- il suolo presente nell'area del lotto 2 sarà stato ricollocato sulle aree ricolmate dagli sterili delle fasi di scavo precedenti;
- una porzione limitata di area del secondo lotto non sarà ricoperta dal suolo perché verrà destinata all'accumulo temporaneo di eventuali sterili in eccesso;
- il suolo in eccesso sarà accantonato temporaneamente in un'area del primo lotto già ripristinata;
- Anche in questo caso sarà utile, per la dinamica del cantiere, lasciare libero un corridoio, a quota fondo scavo, al fine di mantenere l'accesso alle diverse zone del cantiere ai mezzi meccanici.

L'accesso all'area di scavo anche in questo caso sarà garantito dalla stessa strada di servizio utilizzata negli anni precedenti, sempre ubicata in prossimità del muro nella parte meridionale del cantiere, si veda la Tavola di progetto 5.7 . La tabella 3.1.6.5.2/A, sottostante, riepiloga le principali caratteristiche dimensionali, relativi al secondo lotto.

	Lotto 2		
1	Aree	m^2	33.917
2	Spessori (m)	suolo	0,6
		sterile	7,5
		bent.	5,7
		totali	13,8
3	Volumi Suolo	m^3	20.350
4	Volumi Sterile	m^3	254.378
5	Volumi Bentonite	m^3	193.327
6	Volumi Totali	m^3	468.055
7	Coefficiente Di Stima	k	0,80
8	Volume Bentonite Commerciabile	m^3	154.662
9	Coefficiente Di Scarto	k	0,20
10	Volume Bentonite Di Scarto	m^3	38.655
11	Volumi Residui *(Riga 6 - Riga 8)*	m^3	313.393
12	Coefficiente Di Espansione	k	1,20
13	Volumi Disponibili Per I Ripristini *(Riga 11 X Riga 12)*	m^3	376.072
14	Stripping Ratio	k	2,03
15	Peso Di Volume Stimato In Situ	t/ m^3	1,9
16	Riserve *(Riga 8 X Riga 16)*	t	293.857
17	Produzione	t/a	40.000
18	Durata Anni	n	7,3
19	Volumi Da Ripristinare Tenendo Conto Della Morfologia Finale	m^3	262.450
20	Delta Volumi	m^3	113.622

Tabella. 3.1.6.5.2/A: caratteristiche dimensionali relative al 2 lotto

3.1.6.5.3 Lotto 3 (da 15,4 a 23 anni)

La coltivazione del terzo lotto si svilupperà da valle verso monte, secondo le modalità dei lotti precedenti e quindi i primi terreni ad essere attaccati saranno quelli contigui al lotto 2 lato valle. L'accessibilità al lotto sarà garantita dalla viabilità opportunamente lasciata durante la coltivazione delle fasi precedenti.

Durante il primo anno di coltivazione del lotto 3, come accaduto nel lotto n. 1 verrà effettuato uno scavo lungo tutto il lato a valle con un eccesso di sterile minimo che potrà essere tranquillamente collocato nel vuoto dello scavo finale del secondo lotto.
Il suolo proveniente dallo scoticamento del primo anno del terzo lotto dovrà essere collocato temporaneamente in una delle aree già ripristinate.
Procedendo verso monte gli sterili degli scavi saranno collocati a ripristino dei vuoti lasciati a valle avendo cura di ricostruire la morfologia secondo quanto previsto dal progetto di ripristino finale.
Alla fine del ventiduesimo anno, per quanto riguarda i lavori di coltivazione ci troveremo nelle condizioni di avere uno scavo nella parte a monte del lotto e degli accumuli residui di sterile e di suolo che verranno collocati opportunamente nella fase di ripristino finale, successiva al ventiduesimo anno.
La Tabella 3.1.6.5.3/A, sottostante, riepiloga le principali caratteristiche dimensionali, relativi al terzo lotto.

	Lotto 3		
1	Aree	m^2	31.171
2	Spessori (m)	suolo	0,8
		sterile	6,0
		bent.	6,1
		totali	12,9
3	Volumi Suolo	m^3	24.937
4	Volumi Sterile	m^3	187.026
5	Volumi Bentonite	m^3	190.143
6	Volumi Totali	m^3	402.106
7	Coefficiente Di Stima	k	0,80
8	Volume Bentonite Commerciabile	m^3	152.114
9	Coefficiente Di Scarto	k	0,20
10	Volume Bentonite Di Scarto	m^3	38.029
11	Volumi Residui *(Riga 6 - Riga 8)*	m^3	249.991
12	Coefficiente Di Espansione	k	1,20
13	Volumi Disponibili Per I Ripristini *(Riga 11 X Riga 12)*	m^3	299.990
14	Stripping Ratio	k	1,64
15	Peso Di Volume Stimato In Situ	t/ m^3	1,9
16	Riserve *(Riga 8 X Riga 16)*	t	289.018
17	Produzione	t/a	40.000
18	Durata Anni	n	7,2
19	Volumi Da Ripristinare Tenendo Conto Della Morfologia Finale	m^3	287.040
20	Delta Volumi	m^3	12.950

Tabella. 3.1.6.5.3/A: caratteristiche dimensionali relative al 3 lotto

In sintesi il cantiere, con questo piano di coltivazione suddiviso in tre lotti in cui sono inclusi i tempi di ripristino finali, avrà una vita di 23 anni, con una produzione complessiva stimata in circa 907.000 t.

3.1.6.5.4 Localizzazione delle aree di deposito dei materiali estratti

Il metodo di lavoro scelto comporta la necessità di disporre di un'area da adibire allo stoccaggio temporaneo degli sterili e del terreno vegetale.

L'estensione del cantiere ci consente di avere a disposizione per lo stoccaggio un'area contigua agli scavi.
La dinamica della coltivazione richiede che l'area destinata allo stoccaggio debba essere liberata non appena si crea uno spazio idoneo, nelle zone escavate, dove poter via via trasferire definitivamente gli sterili precedentemente stoccati.
In particolare per quanto riguarda il deposito del terreno agrario proveniente dalle aree di scoticamento iniziali, questo sarà collocato in un sito contiguo al cantiere, più precisamente al confine meridionale del lotto n. 2, come si può vedere dalla Tavola di progetto 5.3.
Facendo una parentesi dal punto di vista geotecnico, per il terreno agrario posto a deposito non si aspettano fenomeni di volatilità della frazione fine, vista la natura prevalentemente argillosa e particolarmente coesiva del suolo stesso.
La ricollocazione in situ degli sterili e del suolo provvisoriamente accantonati nella parte meridionale del lotto n. 2, avverrà quando la coltivazione raggiungerà quella parte del lotto. Gli sterili accantonati saranno ricollocati negli scavi aperti, mentre gli sterili in situ dovranno essere collocati temporaneamente in un'apposita area sempre nel lotto n. 2. Lo stesso avverrà per il suoli n esubero.
La coltivazione del terzo lotto prosegue con le stesse modalità operative sino ad ora adottate, gli stock di suolo e sterile precedentemente accumulati, assieme agli eventuali esuberi, serviranno per ricolmare il vuoto della fase finale di scavo del terzo lotto.
Il minerale commerciabile sarà prelevato direttamente dal banco o, all'inizio dei periodi di pioggia, verrà messo a deposito temporaneo in area appositamente preparata posta all'interno del cantiere. Da qui gli articolati provvederanno al trasporto verso i diversi punti di destinazione: stabilimento di Villaspeciosa, Porti di Olbia o Porto Torres.

3.1.6.6 Interventi di ripristino ambientale

Il ripristino avverrà contestualmente ai lavori di coltivazione, in quanto man mano che procede lo scavo gli sterili vengono utilizzati per realizzare i rinterri delle fasi precedenti. Il ripristino di ogni lotto sarà completato durante l'escavazione del lotto successivo. La Tabella 3.1.6.6/A elenca le caratteristiche principali degli interventi di ripristino ambientale da attuare lungo tutto il corso dell'attività estrattiva.

1	Aree Totali	m^2	98.419
2	Spessori (m)	suolo	
		sterile	
		bent.	
		totali	
3	Volumi Suolo	m^3	61.953
4	Volumi Sterile	m^3	661.388
5	Volumi Bentonite	m^3	596.788
6	Volumi Totali	m^3	1.320.129
7	Coefficiente Di Stima	k	0,80
8	Volume Bentonite Commerciabile	m^3	477.431
9	Coefficiente Di Scarto	k	0,20
10	Volume Bentonite Di Scarto	m^3	119.358
11	Volumi Residui (Riga 6 - Riga 8)	m3	780.746
12	Coefficiente Di Espansione	k	1,20
13	Volumi Disponibili Per I Ripristini (Riga 11 X Riga 12)	mc	936.895

Tabella 3.1.6.6/A: Stima delle Riserve e dei volumi disponibili per i ripristini

14	Stripping Ratio	k	1,77
15	Peso Di Volume Stimato In Situ	t/ m^3	1,9
16	Riserve *(Riga 8 X Riga 16)*	t	907.118
17	Produzione	t/a	40.000
18	Durata Anni	n	22,7
19	Volumi Da Ripristinare Tenendo Conto Della Morfologia Finale	m^3	928.413
20	Delta Volumi	m^3	82.825

Tabella 3.1.6.6/A: Stima delle Riserve e dei volumi disponibili per i ripristini (segue)

La stima delle riserve ha messo in evidenza una quantità di materiale da destinare al ripristino sufficiente a riportare allo stato originario la morfologia dell'area con una modesta variazione della morfologia nella parte pedemontana del cantiere. Infatti come si evince dalla tabella n. 1, tenendo conto degli aumenti di volume dei materiali utilizzati per i ripristini, si riesce a compensare i volumi di minerale asportato. Per ogni lotto il delta dei volumi risulta con differenze di appena qualche migliaio di m cubi.

3.1.6.7 Organizzazione del lavoro e personale impiegato

La Società ha adottato una struttura operativa snella; il direttore dei lavori e un sorvegliante sono dipendenti della Società, l'impresa che ha l'incarico dei lavori di estrazione (sbancamenti, abbattimento sterili, coltivazione del banco, trasporti interni sia dello sterile che del minerale) opera con 6 – 7 addetti; sono contrattisti esterni anche gli addetti al trasporto esterno. Tutta la manodopera impiegata dalle imprese che operano nel settore sarà locale. La tipologia del materiale da coltivare non consente di operare durante i mesi piovosi, pertanto i lavori si protrarranno per 220 giorni all'anno in giornate lavorative di 8 ore.
Il metodo di lavorazione scelto consente l'utilizzo di mezzi meccanici ordinari idonei alla movimentazione delle terre, tipo escavatore idraulico che può essere utilizzato per l'abbattimento dello strato sterile, per l'estrazione della bentonite e per il carico dei dumper, questi ultimi adibiti al trasporto all'interno della miniera e verso il deposito esterno.
Le macchine che verranno utilizzate per l'estrazione e il trasporto interno alla miniera presentano le seguenti caratteristiche:

- n. 1 escavatore cingolato da 20 t, 150-200 HP con benna da carico (1,5 m^3);
- n. 2 dumpers da 18 m^3 e 330 HP;
- n. 1 pala gommata da 150 HP nell'area di deposito del minerale per lo stendi mento e il carico dei camion;
- pompa per il sollevamento delle acque;
- box ufficio, spogliatoio, mensa;
- WC chimico.

Il trasporto agli impianti di trasformazione avverrà con camion articolati da 30 t.

3.1.7. Criteri che hanno guidato le scelte in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e di lungo periodo, conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizîo e delle eventuali attività indotte

I fattori che hanno determinato la scelta del sito operativo, la realizzazione del progetto, le modalità ed i tempi di coltivazione (escavazioni e movimento terra) e di ripristino possono essere riassunti nei seguenti punti:
a) qualità e consistenza della mineralizzazione;
b) validità dell'intrapresa dimostrata dall'analisi economica;
c) posizione strategica ottimale rispetto alla viabilità generale (vedi Tavola. 4 del SIA, "Carta delle infrastrutture")

e) limitatezza degli impatti ambientali arrecati dai lavori, in relazione all'immediatezza e alla progressività del ripristino, alla limitata visibilità (vedi Tavola 19 del SIA,"Carta dell'impatto visivo");
f) contenimento degli impatti sulle specie biotiche presenti e sostenibilità dell'intervento rispetto alle esigenze di tutela ambientale del territorio.
Dai dati sull'intensità dell'intensità e della qualità del traffico si evince che l'incremento del traffico veicolare ipotizzabile nel corso dell'esercizio dell'attività estrattiva è facilmente assorbibile dal tessuto stradale esistente ed il suo impatto sulla viabilità generale può essere considerato trascurabile (circa 14 autoarticolati\giorno lavorativo per sette mesi l'anno).
Per la coltivazione dei giacimenti, Minersarda S.p.A. si avvale generalmente di ditte specializzate del luogo a cui affida in appalto i lavori, riservando la programmazione e la direzione tecnica a proprî dipendenti e consulenti. L'indotto generato è rappresentato dai lavori di movimento terra, di manutenzione, di servizio e di trasporto. Queste attività, unitamente agli indennizzi e\o agli affitti corrisposti ai proprietari dei fondi interessati dalle escavazioni (a cui è attribuibile un modestissimo reddito), distribuiranno sul territorio significative opportunità di sviluppo e di guadagno, prima inesistenti.

3.1.8. Analisi economica

Scopo della presente richiesta di Concessione Mineraria è la coltivazione di bentonite mediante tecniche e metodi tali da minimizzare i costi di produzione, garantendo nel contempo gli standard di sicurezza (D.Lgs.. 624/96) degli addetti ai lavori. Nella presente sezione saranno esaminati i principali centri di costo, la loro incidenza e, sulla base delle quotazioni di mercato dei minerali estratti e lavorati, sarà effettuata una stima della redditività della miniera. L'analisi dei costi è stata suddivisa in due parti distinte, la prima relativa alla predisposizione delle strutture e degli impianti, la seconda relativa all'esercizio della miniera.

3.1.8.1. Analisi dei centri di costo

L'analisi dei costi relativi ad un'attività mineraria è direttamente correlata al tipo di materiale da estrarre ed alla complessità dei lavori. In questo paragrafo, si riportano i costi fissi da sostenere per la predisposizione del cantiere, la realizzazione di tutti gli impianti e le infrastrutture necessarie. Le tabelle seguenti riepilogano gli interventi previsti ed i relativi costi.
Gli investimenti per l'apertura del nuovo cantiere vengono riportati nella Tabella 3.1.8.1/A.

Descrizione investimenti	
	Valore €
Box ufficio spogliatoio	5.000,0
Gruppo elettrogeno 3 kwh	2.000,0
Pompa autoadescante prevalenza 25 m	2.000,0
Tubi e raccordi da 6" (10€/ ml) per circa 50 m	500,00
Recinzione in paletti e rete zincata (4 €/ m) per circa 5.00 m + cancello per chiusura accesso	2.800,0
Scoticamento suolo nel 1° e 2° anno, compresa l'area di stoccaggio degli sterili (3,5 €/mc) 15.000 mc	52.500,0
Asportazione e messa in stock degli sterili del 1° anno di lavoro (3,5 €/m^3) 21.000 mc	73.500,0
Preparazione piazzale di stoccaggio del minerale circa 1 ha	35.000,0
Recupero strada comunale di collegamento tra il cantiere e la strada statale (circa 4,6 km)	155.000,0
Studi ricerche e pratiche autorizzative	60.000,0
totale	**353.300,0**

Tabella.3.1.8.1/A: investimenti e spese pluriennali

3.1.8.2 Ammortamenti

Gli ammortamenti relativi agli oneri di progettazione sono riportati nella Tabella 3.1.8.2/A e sono stati calcolati tenendo conto delle aliquote di legge.

	Descrizione investimenti	Box ufficio spogliatoio	Gruppo elettrogeno 3 kwh	Pompa autoadescante prevalenza 25 m	Tubi e raccordi da 6" (10€/ml) per circa 50 m	Recinzione in paletti e rete zincata (4€/ml) per circa 500 m + cancello per chiusura accesso	Scoticamento suolo nel 1°e 2° anno, compresa l'area di stoccaggio degli sterili (3,5 €/m3) 15.000 m3	Asportazione e messa in stok degli sterili del 1°anno di lavoro (3,5 €/ m^3) 21.000 m^3	Recupero strada comunale di collegamento tra il cantiere e la statale (4,6 km))	Studi ricerche e pratiche autorizzative	**Totale**
Costo	M.ia di €	5	2	2	0,5	2,8	52,5	73,5	155	60	**353,3**
	anni	10	10	10	10	10	10	10	20	20	
	%	0,14	0,06	0,06	0,01	0,08	1,49	2,08	2,19	0,85	
	1°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	2°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	3°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	4°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	5°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	6°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	7°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	8°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	9°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	10°	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3	5,3	7,4	7,8	3	**24,6**
	11°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	12°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	13°	----	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	14°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	15°	----	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	16°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	17°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	18°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	19°	---	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**
	20°	----	---	---	---	---	---	---	7,8	3	**10,8**

Tabella 3.1.8.2/A: Ammortamenti

3.1.8.3 Costi generali

Una volta definite le quote di ammortamento è possibile ricostruire il conto economico, elaborato su base annuale come media, prendendo in considerazione tutti i costi derivanti dal movimento terra complessivo, ripartito sui 23 anni di vita del cantiere come riportato nella tabella successiva.

Nei costi generali, Tabella 3.1.8.3/A è stata inclusa anche la spesa necessaria per il mantenimento della certificazione ISO 14.001, dato che la Società intende inserire anche la futura miniera di Monte Furros nel suo ciclo produttivo.

Descrizione	U di M	Q.tà			c.unitari €	c. totale €	tot. Gen. €
COSTI GENERALI							
Sorvegliante						16.000,00	
Direttore dei lavori						10.000,00	
Consulenze tenico specialistiche (incluso RSPP)						10.000,00	
Canoni e permessi (70 ha x 53 €/ha)	ha	192,00			53,00	10.176,00	
Indennizzi per i proprietari						15.000,00	
Mantenimento ISO 14001						3.000,00	
Costo polizza fidejussoria per ripristino						4.000,00	
Totale parziale						68.176,00	
Altre varie ed amministrative (10%)	0,10					6.817,60	
Totale parziale						74.993,60	74.993,60
COSTI OPERATIVI							
Gasolio e lubrificanti						800,00	
Noleggio WC chimico						2.500,00	
Manutenzione e ricambi						200,00	
Concime sementi e piante						500,00	
totale parziale						4.000,00	
Altre e varie	0,10					400,00	
totale parziale						4.400,00	4.400,00
AMMORTAMENTI							
AMMORTAMENTI (per 5 anni)						24.580,00	24.580,00
NOLI							
		Escavatore	Dumper	Pala			
Preparazione banco							
Asportazione del terreno vegetale	h	28,35			65,00	1.842,75	
Trasporto del terreno vegetale a stock o per il ripristino	h		85,05		50,00	4.252,50	
Abbattimento sterile terroso	h	509,20			65,00	33.098,00	
Trasporto sterile allo stock o per il ripristino	h		1.018,87		50,00	50.920,00	
stendimento sterile in stock o nel ripristino	h			0	60,00	0,00	
Totale parziale						90.113,25	
Coltivazione e ripristino							
Coltivazione bentonite di scarto da inviare allo stock o per il ripristino	h	65,79			65,00	4.276,63	
Trasporto bentonite di scarto allo stock o per il ripristino	h		197,38		50,00	9.869,14	
Stendimento bentonite di scarto allo stock o per il ripristino	h			574,99	60,00	34.499,66	
Coltivazione bentonite buona da inviare allo stock	h	307,04			65,00	19.957,60	
Trasporto bentonite buona allo stock	h		300,00		50,00	15.000,000	
Ricarico bentonite buona dallo stock	h			100,00	60,00	6.000,00	
Totale parziale		910,38	1.600,83	674,99		89.603,03	
Altre e varie (10%)	h	91,04			65,00	5.917,50	
Altre e varie (10%)	h			67,50	60,00	4.049,97	
Altre e varie (10%)	h		160,08		50,00	8.004,16	
Totale noli		1.001,42	1.600,83	674,99		193.637,94	193.637,94
TOTALE ANNUALE							**297.611,54**

Tabella.3.1.8.3/A: costi miniera annuali per per 40.000 t/a (costi franco miniera caricati su camion)

Sulla base dell'analisi dei costi è stato elaborato il grafico i Fig. 3.1.8.3/B che mette in relazione la produzione con i costi e i ricavi, come si può vedere l'attività risulta in pareggio per una produzione di circa 24.000 t/a e con una produzione di 40.000 t/a l'utile netto annuo, atteso e stimato che se ne ricava risulta di € 119.489,13 ovvero il 33% dei costi totali.

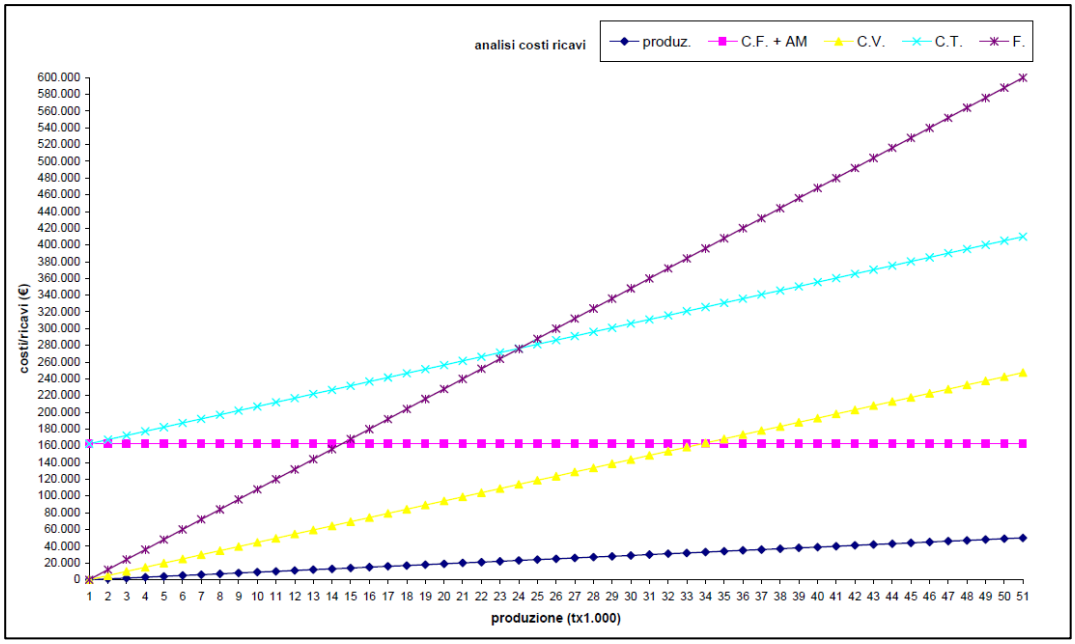


Fig. 3.1.8.3/B: costi miniera annuali per per 40.000 t/a (costi franco miniera caricati su camion)

3.1.8.4. Conto economico annuale

Di seguito si riportano le tabelle ed il grafico illustrativo della ripartizione stimata dei costi su base annuale. La Tabella 3.1.8.4/A con il conto economico annuale evidenzia i costi per ciascuna tonnellata di minerale, mentre la Tabella 3.1.8.4/B e il grafico in Fig. 3.1.8.4/C illustrano la tabella di incidenza percentuale dei costi.

N.	Descrizione	UdiM	Q.tà	Costo Totale €	Costo Unitario €
1	Valore Di Vendita Minerale	t	40.000	480.000	12,00
2	Costi Operativi (C.V.)	t	40.000	4.400	0,11
3	Noli (C.V.)	t	40.000	193.638	4,84
4	Totale Costi Variabili	t	40.000	198.038	4,95
5	Margine Di Contribuzione (1-4)	t	40.000	281.962	7,05
6	Costi Generali (C.F.)	t	40.000	74.994	1,87
7	Margine Operativo Lordo (5-6)	t	40.000	206.968	5,17
8	Ammortamenti	t	40.000	24.580	0,61
9	Margine Operativo (7-8)	t	40.000	182.388	4,56
10	Interessi Passivi (C.F.)	t	40.000	6.366	0,16
11	Utile Lordo (9-10)	t	40.000	176.022	4,40
12	Ires (C.F.)	t	40.000	48.406	1,21
13	Irap (C.F.)	t	40.000	8.127	0,20
14	Utile Netto (11-(12+13))	t	40.000	119.489	2,99
15	**Totale Costi Fissi**	t	40.000	**137.893**	**3,45**

Tabella. 3.1.8.4/A:conto economico annuale

Voce Di Costo	Costo €	Costo %
Costi Generali	74.994	21
Ammortamenti	24.580	7
Costi Operativi	4.400	1
Interessi Passivi	6.366	2
IRES	48.406	13
IRAP	8.127	2
Noli	193.638	54
Totale Costi	**360.511**	**360.511**

Tabella. 3.1.8.4/B:incidenza percentuale dei costi

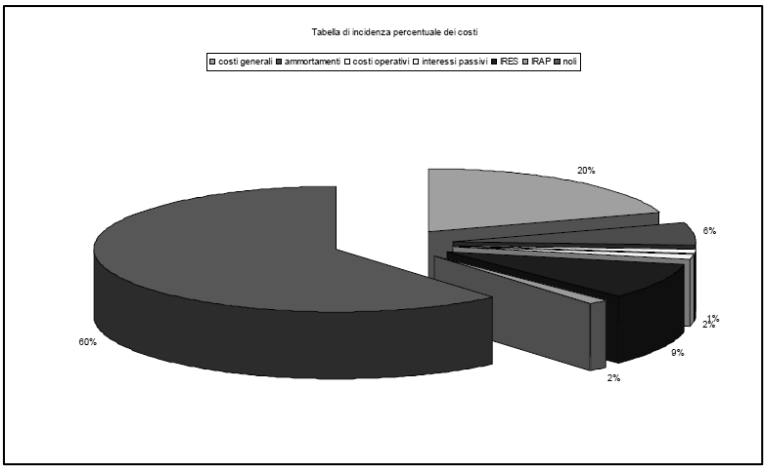


Fig. 3.1.8.4/C:incidenza percentuale dei costi

3.1.8.5 Analisi dei costi dei lavori di ripristino ambientale

Il ripristino avverrà contestualmente ai lavori di coltivazione, in quanto man mano che procede lo scavo gli sterili vengono utilizzati per realizzare i rinterri delle fasi precedenti. Il ripristino di ogni lotto sarà completato durante l'escavazione del lotto successivo.
Come si può osservare dalla Tabella 3.1.6.6/A riga 20, la differenza tra i volumi di scavo e i volumi di materiale per i ripristini , tenuto conto degli aumenti di volume tra lo stato del materiale in situ e lo stato del materiale ricollocato a ripristino, è minima e tale da consentire una ricostruzione della morfologia in modo da garantire il regolare deflusso delle acque superficiali secondo le direzioni originali.
Il progetto di ripristino prevede la realizzazione di un gradino morfologico nella parte alta dell'area coltivata con inclinazione di circa 25°, del tutto sufficiente per garantirne la stabilità. Tale gradino farà da raccordo tra la morfologia originaria e quella conseguente al ripristino dell'area coltivata, la cui inclinazione è stata prevista nell'ordine del 2-3%.
L'assetto definitivo che assumerà tutta l'area interessata dalla coltivazione avrà una morfologia simile alla situazione originaria con la sola variazione di un abbassamento massimo della parte sub-pianeggiante di 6-7 m. Come già detto, la qual cosa non apporterà variazioni per quanto riguarda lo scolo delle acque superficiali né causerà situazioni di accumulo o ristagno delle acque.
Una volta portata a regime l'attività produttiva, nel cantiere sarà attivo uno scavo di ampiezza media di 0,8 ha con uno spessore di suolo, sterile e bentonite di scarto pari a 8,5 m e una superficie destinata a deposito di suolo e degli sterili di circa 1 ha con un volume massimo di materiale che non supererà i 70.000 mc.
In qualunque momento debba essere interrotta l'attività estrattiva e si debba quindi attuare il ripristino finale, questo è realizzabile con i materiali presenti in cantiere, secondo il progetto di ripristino

previsto. Considerando un costo di movimento terra di 3,5 €/mc l'importo massimo stimato del progetto di ripristino risulta pari a: 245.000 €

3.1.9 Norme tecniche che regolano la realizzazione del progetto.

La redazione del progetto ha richiesto un esame interdisciplinare dei molteplici aspetti che regolamentano le possibilità di fruizione del territorio in cui si intende operare. Altre considerazioni generali sono riferibili al contesto che circonda la concessione. Il piano di coltivazione è stato espressamente concepito per conciliare lo sfruttamento razionale del giacimento minerario con le esigenze di tutela ambientale e di effettivo ripristino delle superfici interessate dai lavori, nel rispetto della loro predisposizione naturale e delle programmazioni all'uso che derivano dagli strumenti pianificatori (P.P.R., P.U.C., P.T.P., etc.).

3.1.9.1. La normativa nazionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere

In Italia la Normativa di riferimento che regola le attività minerarie è rappresentata dal Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443: Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere [nel Regno]. Tale Regio Decreto è stato successivamente aggiornato e coordinato dal Decreto Legislativo 4 agosto1999, n. 213.
Rimane invariata sostanzialmente la differenziazione tra cave e miniere, sancita dall'Art. 2 del succitato Regio Decreto, dovuta essenzialmente alle tipologie di minerali oggetto della coltivazione.
"[…*Omissis*…] *Appartengono alla prima categoria la ricerca e la coltivazione delle sostanze ed energie seguenti:*
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 asfaltiche 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.
Appartiene alla seconda categoria la coltivazione:
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."
In particolare, le bentoniti individuate nel giacimento in località "Monte Furros",, appartengono alla prima categoria lettera c) e pertanto considerata una miniera.
Altre importanti leggi che governano l'attività mineraria sono costituite da:
D.P.R. 9 aprile 1959 n. 128: "Norme di polizia delle miniere e delle cave";
D. Lgs. 25 novembre 1996, n. 624 recante "Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee".
Le succitate norme regolano la complessa materia mineraria, ponendo particolare attenzione al problema della sicurezza.

3.1.9.2 La normativa regionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere

Per quanto concerne la Regione Autonoma della Sardegna, la materia mineraria viene regolata dalla normativa che segue:

• Legge Regionale 15 aprile 1957, n. 15. Recepimento del R.D. n. 1443/1927 Norme di disciplina delle attività minerarie (minerali di 1° categoria facenti parte del patrimonio indisponibile della Regione);
Legge Regionale 7 giugno 1989, n. 30. Disciplina delle attività di cava;
Legge Regionale 21 maggio 1998, n. 15. Modifiche alla LR 7 giugno 1989, n. 30.
Legge Regionale 4 dicembre 1998, n. 33. Interventi per la riconversione delle aree minerarie e soppressione dell'Ente Minerario Sardo (EMSA).
Deliberazione della Giunta Regionale n. 47/12, del 5.10.2005, di approvazione del Disegno di Legge relativo alla "Disciplina delle Attività Estrattive", con il quale il Presidente Renato Soru ha dato mandato alla Direzione Generale per l'inoltro al Consiglio Regionale. Quest'ultimo D.G.R. permetterà di rendere maggiormente trasparente il processo decisionale, coinvolgendo direttamente tutti i soggetti sociali interessati all'intervento proposto, al fine di "perseguire ricorrenti *momenti di coinvolgimento delle Province e dei Comuni, in tema di scelte di sviluppo del territorio, mantenendo ad un differente livello, quello regionale, competenze e funzioni di interesse pubblico più generale*".

3.1.9.3 Le normative sui rifiuti

La normativa di riferimento a livello nazionale in materia di rifiuti è rappresentata dal D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, emanato in attuazione della Legge 308/2004 "delega ambientale" e recante "norme in materia ambientale". Tale Decreto dedica la parte IV alle "Norme in materia di gestione dei rifiuti **e** di bonifica dei siti inquinati**"** (articoli 177 – 266) ed ha abrogato una serie di provvedimenti precedenti tra cui il Decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997, cosiddetto Decreto "Ronchi", che fino alla data di entrata in vigore del D.Lgs.. 152/06 ha rappresentato la legge quadro di riferimento in materia di rifiuti.

3.1.9.4 Le normative sull'inquinamento acustico

Direttiva n. 86/188CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro.
Legge quadro sull'inquinamento acustico 26 ottobre 1995, n. 447. Principî fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Disciplina tutte le emissioni sonore prodotte da sorgenti fisse e mobili.
DM 16 marzo 1998: tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
Decreto 13 aprile 2000: recepimento della direttiva 1999/101/CE della Commissione del 15 dicembre 1999 che adegua al progresso tecnico la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore.
D. Lgs. 18 agosto 2000 n. 262: cosiddetto "Antirumore".
D.P.R. 23 maggio 2003: Approvazione del Piano sanitario nazionale 2003-2005 (riferimenti a inquinamento acustico, inquinamento, sicurezza sul lavoro, amianto, acqua, elettrosmog, rifiuti, mobilità sostenibile).
Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003 della Commissione concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.
D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142. Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge n. 447 del 26 ottobre 1995.
D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
Decreto 24 luglio 2006: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno.

3.1.9.5 Le normative sulla tutela delle acque e dei suoli

Legge del 22/06/1992 n. 11. Modifica ed integrazioni alla Legge regionale 22 dicembre 1989, n. 45, concernente: " Norme per l' uso e la tutela del territorio regionale".

Legge del 07/05/1993 n. 23. Modifiche ed integrazioni alla Legge regionale 22 dicembre 1989, n. 45, recante: " Norme per l' uso e la tutela del territorio regionale".
D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152: disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
D. Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. "Acque bis"): Disposizioni correttive e integrative del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128.
D.Lgs.. 152 del 3 aprile del 2006 "Testo Unico dell'Ambiente. Norme in materia ambientale" e s.m.i., Parte III Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.
Legge regionale del 6 dicembre 2006 n. 19. Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici.
Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
D. Lgs. 16 marzo 2009, n. 30: "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento".

3.1.9.6. Le normative sulla tutela dell'aria

D. Lgs. 4 agosto 1999 n. 351. Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.
Decreto 20 giugno 2002: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Recepimento della direttiva 2001/63/CE della Commissione del 17 agosto 2001 che adegua al progresso tecnico la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali.
Decreto 1 ottobre 2002, n. 261: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente.
Direttiva 2003/76/CE dell'11 agosto 2003: modifica della direttiva 70/220/CEE del Consiglio relativa alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico con le emissioni dei veicoli a motore.
D.Lgs.. 152 del 3 aprile del 2006 "Testo Unico dell'Ambiente. Norme in materia ambientale" e s.m.i., Parte V Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera.

3.1.9.7 Le normative sulla tutela della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro

D. Lgs 25 novembre 1996 n. 624. Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee.
Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
Decreto Legislativo 19 marzo 1996, n. 242. Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 19 settembre 1994 n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
Circolare 27 giugno 1996 n. 89: Ministero del lavoro e della previdenza sociale. Direttive per l'applicazione del D.Lgs.. 10/3/1996 n. 242 contenente modificazioni e integrazioni al D. Lgs. 19/9/1994 n. 626 in materia di sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
D.M. 10 marzo 1998. Criterî generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
Direttiva 2003/10/CE del 6 febbraio 2003 del Parlamento Europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)
Decisione 2006/216/CE del 16 marzo 2006 della Commissione relativa alla pubblicazione dei riferimenti della norma EN 143:2000 «Apparecchi di protezione delle vie respiratorie — Filtri

antipolvere — Requisiti, prove, marcatura» in conformità alla direttiva 89/686/CEE del Consiglio sui dispositivi di protezione individuale.
Decreto legislativo 10 aprile 2006, n. 195. Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore).
Decreto 27 novembre 2006: Ministero dello Sviluppo Economico. Quarto elenco riepilogativo di norme armonizzate concernente l'attuazione della direttiva n. 89/686/CEE, relativa ai dispositivi di protezione individuale.
D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

3.1.9.8 La normativa antisismica

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.G.R. 15/31 del 30 marzo 2004. Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Norme Tecniche per le Costruzioni, entrate in vigore il 1 luglio 2009, legge di conversione del Decreto Legge Abruzzo 39/2009.

3.1.10. L'insieme dei condizionamenti e dei vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del progetto

Nel corso della fase di progettazione è stata accuratamente esaminata tutta la vincolistica al fine di ottemperare al volere del legislatore e/o delle comunità locali in tema di gestione del territorio e di sviluppo sostenibile. Di seguito viene fornita una rassegna dei vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del piano di coltivazione della miniera in parola.

3.1.10.1. Vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, storico - culturali, demaniali, idrogeologici, servitù ed altre limitazioni all'attività in progetto

Non esistono vincoli preclusivi alla realizzazione del progetto e i lavori operativi previsti, risultano sostenibili, in relazione alle esigenze dei vigenti strumenti di pianificazione e tutela del territorio. Vi sono tuttavia diverse limitazioni e condizionamenti dettati da generali esigenze di preventiva conoscenza e salvaguardia del patrimonio ambientale esistente. Riassumiamo di seguito le risultanze dell'analisi vincolistica.
1) P.U.C.:
2) P.U.P
3) P.P.R.: 98
4) L.R. 31/1989:
5) Aree ZPS (Zone di Protezione Speciale):
6) Aree sensibili alla Desertificazione:
7) D.M. 140\68; L. 717\65 e D.P.R. 753\80: è garantita la fascia di rispetto di 20 m verso le sedi stradali.

3.1.11 Principali alternative prese in esame e motivazione tecnica della scelta progettuale adottata

Come previsto dalla normativa, sono state esaminate diverse soluzioni di progetto, tra loro alternative, inerenti l'apertura e la coltivazione della miniera, comprendendo anche la fase di ripristino ambientale dei terreni interessati dai lavori operativi. Le alternative studiate si differenziano essenzialmente dal punto di vista tecnico-strutturale e degli effetti sull'ambiente circostante.

3.1.11.1 Ipotesi 1: coltivazione in galleria

Questo metodo d'asportazione non consente un razionale sfruttamento del minerale. La natura e la giacitura del minerale (argille), nonché le sue caratteristiche geotecniche rendono, dal punto di vista tecnico-economico, tale scelta non percorribile. In particolare, si possono addurre due motivazioni specifiche. La prima è inerente le ditte concessionarie che dovrebbero far fronte ad oneri tali da rendere antieconomica l'intrapresa dovendosi esse accollare il reperimento di mezzi atti all'uopo, la maggiore necessità d'energia per illuminare e ventilare le gallerie, gli oneri per metterle in sicurezza, il reperimento di personale specializzato ed i maggiori rischi per la sua incolumità.
In conclusione, per i motivi anzidetti, l'ipotesi di coltivazione in sotterraneo, per il suo irrazionale sfruttamento ed i costi elevati, non permetterebbe alla Minersarda S.p.A. di mantenere la sua posizione concorrenziale in seno al mercato di riferimento e di apportare benefici, in termini occupazionali diretti ed indotti, al territorio interessato. In Tabella 3.1.11.1/A si riportano i vantaggi e gli svantaggi dell'ipotesi 1 rispetto al progetto proposto.

Vantaggi rispetto al progetto proposto	**Svantaggi rispetto al progetto proposto**
Ridotto impatto ambientale determinato dalla non asportazione del suolo e della vegetazione.	Irrazionale coltivazione del giacimento.
Ridotta occupazione di suolo.	Maggiori oneri d'esercizio.
Scarsissima visibilità del cantiere.	Maggiori rischi per l'incolumità delle maestranze.
Ridotte operazioni di ripristino ambientale.	Necessità di manodopera specializzata.
	Necessità di mezzi meccanici appositi per le operazioni in galleria.

Tabella. 3.1.11.1/A: vantaggi e svantaggi dell'ipotesi 1 rispetto all'intervento proposto

3.1.11.2 Ipotesi 2: coltivazione a cielo aperto con ripristino posticipato alla fine delle escavazioni

Questo metodo prevede l'asportazione in unica soluzione di tutta la terra vegetale e degli altri componenti litologici che inglobano la mineralizzazione, sull'intera area destinata all'attività estrattiva, senza soluzione di continuità ed il loro posizionamento a piazzale in cumuli separati fuori terra. Contestualmente, il minerale utile estratto viene accumulato separatamente fuori terra per poi essere ricaricato su autoarticolati e trasportato nello stabilimento industriale di Villapseciosa (CA). Il ripristino ambientale è previsto alla fine dell'attività di estrazione del minerale mediante colmata degli scavi di coltivazione con il materiale risultante dagli stessi, appositamente stoccato in accumuli differenziati per tipologia, a cui seguirebbe il modellamento secondo il profilo di progetto e la stesura finale della terra vegetale precedentemente stoccata in apposito piazzale. Rispetto al metodo prescelto questa ipotesi di coltivazione comporta:
a) maggiori costi di esercizio, legati alle crescenti distanze da percorrere per l'accumulo degli sterili e del suolo vegetale;
b) maggiore occupazione di suolo, per la necessità di accumulare ingenti quantitativi di materiali fuori terra;
c) impossibilità di distribuire i costi di ripristino nel tempo, come avverrebbe se si procedesse contestualmente alle escavazioni;
d) allungamento dei tempi di gestione dell'area dovuti all'esecuzione di tutto il ripristino a lavori di coltivazione ultimati;
e) impatto ambientale più elevato derivante dalla più vasta area cantierata (6-7 volte maggiore) e dall'eccessivo protrarsi di condizioni sfavorevoli al reintegro ed alla ricostituzione delle condizioni naturali originarie in relazione a biodiversità, paesaggio, deflusso idrico, disponibilità del suolo, etc.).
In Tabella 3.1.11.2/A si riportano i vantaggi e gli svantaggi dell'ipotesi 2 rispetto al progetto proposto.

Vantaggi rispetto al progetto proposto	**Svantaggi rispetto al progetto proposto**
Maggiore potenzialità produttiva derivante dalla disponibilità di più ampi fronti di cava.	Maggiori costi d'esercizio dovuti alle crescenti distanze da percorrere per l'accumulo degli sterili e del suolo vegetale.
Programmazione dei lavori e condizioni operative semplificate dall'intervento in una più vasta area cantierata.	Maggiore occupazione di suolo derivante dalla posticipazione del ripristino delle aree scavate e dalla necessità di accumulare ingenti quantitativi di materiali fuori terra. Eccessivo protrarsi dell'indisponibilità del suolo per le finalità originarie.
	Allungamento dei tempi di gestione dell'area (oltre i quindici anni stimati) a causa dell'esecuzione di tutto il ripristino ambientale alla fine delle coltivazioni.
	La più vasta area cantierizzata comporta un impatto maggiore sulle specie biotiche. A fine ripristino, l'eccessivo protrarsi di condizioni sfavorevoli alla ricostituzione delle condizioni naturali originarie, potrebbe determinare tempi di rinaturalizzazione troppo lunghi. L'impatto sul paesaggio verrebbe amplificato dalla maggiore permanenza e consistenza degli accumuli di terra e delle aree scavate. Sarebbe più problematico attuare un ottimale deflusso idrico.

Tabella. 3.1.11.2/A: vantaggi e svantaggi dell'ipotesi 2 rispetto all'intervento proposto

3.1.11.3 Comparazione tecnico - economica ed ambientale dei progetti in esame

L'esame comparato delle varie alternative alla realizzazione del progetto, dimostra che la proposta migliore, valutando in un quadro sinottico sia gli aspetti tecnico-economici che quelli ambientali, è quella che prevede lo scavo a cielo aperto attuando la massima contestualizzazione possibile tra coltivazione mineraria e ripristino delle aree già scavate. Il metodo prescelto consente di minimizzare gli impatti negativi sull'ambiente circostante, senza intaccare significativamente le potenzialità reddituali dirette ed indotte dell'iniziativa, ottimizzando i tempi necessari al razionale utilizzo del minerale estratto, al ripristino e alla rinaturalizzazione dell'area di intervento.

3.1.12 Scelte di processo per gli impianti industriali, per la produzione di energia elettrica e per lo smaltimento di rifiuti

Il D. Lgs 30 maggio 2008, n. 117 recante "*Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie e che modifica la direttiva 2004/35/CE*" stabilisce le misure, le procedure e le azioni necessarie per prevenire o per ridurre il più possibile eventuali effetti negativi per l'ambiente, in particolare per l'acqua, l'aria, il suolo, la fauna, la flora e il paesaggio, nonché eventuali rischi per la salute umana, conseguenti alla gestione dei rifiuti prodotti dalle industrie estrattive. In particolare, l'art. 10 concernente i vuoti e le volume prodotte dall'attività estrattiva prescrive che l'utilizzo dei rifiuti di estrazione ai fini del rimodellamento del paesaggio è possibile purché sia garantita la loro stabilità, non si provochi l'inquinamento del suolo e delle acque superficiali e sotterranee, sia assicurato il monitoraggio dei rifiuti.
Nel caso in questione saranno rispettate tutte le condizioni imposte dal D. Lgs. 30 maggio 2008, n. 117 in quanto la natura del materiale estratto e delle rocce incassanti sono tali da non arrecare alcun danno al suolo ed alle acque superficiali e/o sotterranee, inoltre, l'attività estrattiva non richiede l'ausilio di

sostanze chimiche di alcun genere. Attorno all'area degli scavi verrà predisposta un'apposita rete artificiale di drenaggio atta a convogliare le acque piovane al di fuori del cantiere prevenendone l'allagamento. Le acque verranno incanalate verso un'apposita vasca di decantazione al fine di ottenere il deposito dei sedimenti presi in carico e restituire acque limpide alla rete idrografica. La logistica di escavazione prevede che l'apertura dello scavo sia ubicata nella parte Sud-Ovest del giacimento con ingresso direttamente dalla strada vicinale del Sassitu.

3.1.13 Condizioni di utilizzazione di risorse naturali e di materie prime direttamente e indirettamente utilizzate o interessate nelle diverse fasi di realizzazione del progetto e di esercizio dell'opera

Se si eccettuano i materiali inerti impiegati per il ripristino, peraltro totalmente ricavati dalle escavazioni in situ, l'unica risorsa naturale utilizzata è rappresentata dalla quota parte di minerale estratto che sarà asportata dal cantiere, per essere lavorata nello stabilimento di Villaspeciosa (CA). Lo sfruttamento della risorsa idrica è trascurabile, essendo riferibile al solo prelievo necessario all'inumidimento delle piste, dei piazzali e dei materiali a cumulo, in funzione antipolvere.

3.1.14 Quantità e caratteristiche degli scarichi idrici, dei rifiuti, delle emissioni in atmosfera, con riferimento alle diverse fasi di attuazione del progetto e di esercizio dell'opera

Come già ribadito in precedenza, non è prevista la produzione di rifiuti. Le emissioni in atmosfera, saranno esclusivamente rappresentate dai gas di scarico, dalle polveri e dai rumori generati dai mezzi d'opera e pertanto sono da ritenersi limitate, conformi alla normativa vigente in materia e all'omologazione delle singole macchine. Dette emissioni saranno misurate in cantiere da personale qualificato e costantemente monitorate attraverso le periodiche manutenzioni ordinarie e straordinarie dei mezzi utilizzati. Per evitare o quantomeno ridurre entro limiti accettabili la dispersione delle polveri sollevate dal vento e dal movimento dei mezzi d'opera utilizzati, mediante apposita attrezzatura montata su camion muniti di cisterna, si provvederà ad innaffiare i siti interessati.

3.1.15 Eventuali misure di carattere gestionale da adottare per contenere gli impatti

Le misure di mitigazione saranno determinate e modulate nel tempo, in modo da minimizzare ogni effetto negativo sull'ambiente. Si sintetizzano di seguito le principali misure di contenimento degli impatti e le relative modalità di applicazione.

3.1.15.1 Innaffiamento anti-polvere

È previsto l'innaffiamento dei piazzali e delle piste (durante la stagione secca), sospensione dei lavori nei giorni con vento eccessivo. L'innaffiamento delle zone particolarmente polverose è prassi comune nella cantieristica moderna. A tal fine verranno predisposti idonei mezzi ed attrezzature (autobotte o botte carrellata, pompe, etc.), che opereranno ad intervalli determinati dall'efficacia dei mezzi e dalla consistenza e permanenza del fenomeno.

3.1.15.2 Canalizzazione delle acque

L'area nella quale ricadrà la coltivazione è interessata dal ruscellamento superficiale che verrà convogliato nel laghetto artificiale presente immediatamente a Sud del cantiere.
Come si vede nella Tavola di progetto n. 5.12 il fosso collettore principale raccoglierà tutte le acque provenienti dal versante della zona intorno al cantiere cosi come le acque superficiali ricadenti nel cantiere stesso.
Per il dimensionamento del collettore principale ci si è avvalsi, per il calcolo della portata di massima piena del "metodo razionale", nell'ipotesi che la massima portata sia prodotta da una precipitazione di densità pari al tempo di corrivazione del bacino la cui formula è:

$$\mathbf{Q\ max = k \bullet C \bullet I \bullet A}$$

I dati usati nella formula sono spiegati nella tabella successiva

Parametro	Significato	Valore
k	valore adimensionale per uniformare le diverse unità di misura	0,278
C	coefficiente adimensionale che tiene conto della permeabilità, della morfologia e della vegetazione	0,5 (Valore stimato per analogia con situazioni confrontabili, vista la limitata estensione del bacino e le sue caratteristiche geolitologiche)
I	delle precipitazioni massime di 1 ora con tempo di ritorno di 20 anni (vita stimata del cantiere)	37,05 mm/h
A	area del bacino	0,33 km^2
Qmax	portata di massima piena(0,278 x 0,5 x 37,05 x 0,33)	1,699 mc/sec
S	Sezione bagnata	0,400 m^2
l	perimetro bagnato	1,714 m
R	raggio idraulico	0,233/(S/l)
incl	pendenza media dell'alveo	6%
V	velocità dell'acqua (χ x R□i m/sec)	5,893 m/sec
c	87 x 0,573	49,849
g	coefficiente di scabrezza(Bazin)	0.36

Tabella. 3.1.15.2/A: valori per il dimensionamento del collettore principale

3.1.15.3 Interventi anti-rumore

Al fine di limitare la rumorosità del cantiere i mezzi d'opera utilizzati (esclusiva sorgente di rumore) saranno dotati di efficienti dispositivi di silenziamento.

3.1.15.4 Viabilità e traffico

Adozione di percorsi con limitata interferenza sul traffico locale consistenti nell'aggiramento dei centri abitati; programmazione della movimentazione in uscita in orari a minore intensità di traffico.

3.1.16 Interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente

Gli interventi tesi ad ottimizzare l'inserimento dei lavori in progetto nel preesistente contesto ambientale sono sostanzialmente costituiti dal progressivo ripristino dello stato dei luoghi, contestualizzato all'avanzamento delle escavazioni.
Il metodo di coltivazione adottato consentirà inoltre di distribuire i costi di ripristino nell'arco degli anni di gestione del cantiere e di ridurre le movimentazioni di materiale sterile e le aree destinate al loro accumulo.

3.1.17 Interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi introdotti sull'ambiente

Per sua indole l'attività mineraria comporta la necessità di alterare l'ambiente al fine di ricavarne benefici economici non solo per la ditta detentrice della concessione, ma anche per le comunità alle quali appartengono i territori. Le moderne tecniche di coltivazione consentono un recupero pressoché totale del territorio al termine dei lavori restituendolo all'uso precedente.

3.1.17.1 Descrizione del progetto di ripristino

- Obiettivi del ripristino ambientale

Il recupero dell'area si dovrà tradurre in vantaggi economici e sociali raggiungibili attraverso la restituzione dell'ambiente, conferendogli le stesse funzioni che aveva prima di realizzare l'attività estrattiva.

Nel caso in oggetto il recupero sarà finalizzato a riportare l'uso del suolo allo stato precedente l'inizio della coltivazione e si parlerà di ripristino ad uso agricolo, tenendo conto anche degli aspetti eco sistemici con specifico riferimento alle connessioni alle reti ecologiche circostanti. La tipologia di ripristino da attuare sarà quella della rinaturalizzazione che seguirà la coltivazione, progettata e condotta in maniera tale che la natura riprenda possesso dei vuoti creati dall'asportazione dei materiali utili con sufficiente rapidità grazie agli interventi previsti per facilitare il raggiungimento di questi obiettivi. E' di notevole rilievo il fatto che in questi ambienti potranno riavere rifugio le specie animali e vegetali allontanate dall'area durante l'attuazione del progetto.

Le modalità di recupero naturalistico e, nel caso specifico agricolo, verranno attuate mediante l'uso di tecniche descritte in seguito che garantiranno la ricostituzione del manto vegetale. Per rendere gli interveti di ingegneria agraria funzionali all'obbiettivo preposto e di parvenza meno artificiosa si adotteranno pratiche non invasive per non appesantire con ulteriori lavorazioni l'assetto del sito, facili affinché non sia necessario un alto grado di preparazione da parte degli operatori, celeri per favorire un rapido insediamento delle popolazioni colonizzatrici, requisiti questi che assicureranno anche un sostanziale risparmio nei costi. Il buon esito dell'intervento sarà garantito da un'accurata analisi degli aspetti quali:

- la conoscenza fitosociologia per l'efficace sfruttamento della caratteristica biotica di ogni singola specie *(capacità eco sistemica)*;
- l'esame delle peculiarità topoclimatiche e microclimatiche del sito;
- l'analisi del substrato pedologico con riferimento alle caratteristiche, chimiche fisiche e idrogeologiche del suolo in funzione degli eventuali additivi e correttivi da impiegare;
- la realizzazione della tombatura con l'utilizzo di inerti autoctoni e la ricomposizione dei primi orizzonti asportati attraverso il loro riposizionamento;
- l'accurata selezione delle specie vegetali da impiegarsi con particolare riferimento alle miscele di sementi, alle specie arbustive ed arboree da mettere a dimora che dovranno essere quelle autoctone presenti prima della coltivazione;
- la convivenza del consolidamento con quella del reinserimento naturalistico e paesaggistico.

In ogni caso andranno perseguiti i seguenti criteri di azione:

- il miglioramento delle condizione di intervento ricercato nell'attenuazione delle pendenze e nell'accurato riuso dei primi orizzonti del substrato asportato costituito dalla frazione di suolo humico;
- i materiali di risulta dovranno essere usati per il ricoprire gli scavi;
- per quanto concerne le tecniche da adottare verranno preferite quelle meno onerose ed invasive, se non nei casi di effettiva necessità;
- un'attenzione particolare va posta allo scotico, stoccaggio e riutilizzo del terreno vegetale; la programmazione di questi movimenti di terra deve avvenire evitando che l'humus vada disperso o che venga stoccato malamente per tempi molto lunghi prima di un suo riutilizzo, cosa che favorirebbe il deterioramento delle sue caratteristiche pedologiche ad opera degli agenti meteorici *(piogge dilavanti, ecc.)*; va sottolineato a questo riguardo che la condizione principale per la riuscita del recupero delle cave è proprio la disponibilità e la qualità di terreno vegetale.

Come prima fase di ripristino, già all'inizio dei lavori, gli alberi presenti sull'area di scavo dovranno essere rimossi e trapiantati con cura ai margini del perimetro del cantiere mentre al momento del recupero, in base ai responsi del monitoraggio su tali essenze, potranno essere impianti un uguale

numero di individui non necessariamente nello stesso punto ma comunque nelle vicinanze per riacquisire l'effetto sul paesaggio ex-ante l'opera.

- Programma di ripristino

L'assetto morfologico stratigrafico mostra la presenza più o meno superficiale del banco bentonitico nella zona pianeggiante, a differenza della zona pedocollinare dove la bentonite è presente a profondità più elevate. Tale assetto consente una lavorazione a gradoni multipli coincidenti con i contatti litologici prima descritti.

In fase progettuale l'avanzamento dei lavori prevede lo scavo di parte del primo lotto con l'accumulo del materiale da riutilizzare nell'area destinata al secondo lotto, cosi da poter colmare il vuoto di questo primo intervento con gli stessi materiali asportati. Nella seconda operazione a completamento del primo e degli altri lotti si userà un'identica modalità, accumulando i materiali in zone diverse ma sempre contigue all'area scavata. Questa programmazione ripristinerà con la fine del primo lotto solo il 41% dell'area coltivata mentre con la fine del secondo lotto si ripristinerà la parte interessata da questo intervento e i mancamenti della prima, concludendo sia i lavori che il ripristino con il terzo lotto.

La precedente descrizione dell'avanzamento dei lavori favorirà cronologicamente il contestuale ripristino ma questo verrà attuato concretamente solo se si avrà:

- adeguata cura nella cernita, stoccaggio e dei primi strati di suolo;
- un opportuno trattamento dei predetti volumi con ammendanti o correttivi a seconda delle effettive necessità;
- una corretta posa degli strati di ripristino ovvero posizionando prima gli inerti poi gli strati di suolo fertile;

Per evitare gli impatti visivi i cumuli di stoccaggio avranno altezze massime di 5 m e dovranno essere seminati a spaglio con un miscuglio delle già citate specie attualmente presenti, operazione che, oltre all'azione mimetizzante, migliorerà la struttura del terreno con la formazione di radici e li predisporrà per il futuro recupero. Solo cosi il recupero ambientale ad uso agricolo, arboricoltura compresa, porterà alla formazione di un ecosistema il cui equilibrio assicurerà le condizioni di stabilità del pendio ed il controllo dei processi erosivi.

- Livellamento

I fronti abbandonati transitoriamente dalle coltivazioni è bene che siano stabilizzati, adeguatamente mascherati e recuperati morfologicamente. Inoltre verrà eseguita secondo progetto l'operazione di rimodellamento dei versanti che prevede la realizzazione di un gradino morfologico nella parte alta dell'area coltivata con inclinazione di circa 25°, del tutto sufficiente per garantirne la stabilità. Tale gradino farà da raccordo tra la morfologia originaria e quella conseguente al ripristino dell'area coltivata, la cui inclinazione è stata prevista nell'ordine del 2-3%.

L'assetto definitivo che assumerà l'area avrà una morfologia simile alla situazione originaria con la sola variazione di un abbassamento massimo del profilo sub-pianeggiante di 6-7 m. Come già detto, la qual cosa non apporterà variazioni per quanto riguarda lo scolo delle acque superficiali né causerà situazioni di accumulo o ristagno delle acque.

La rimodellazione dei versanti tenderà quindi a morfologie congruenti con la destinazioni d'uso prevista e con l'ambiente circostante, ovvero quella agricola. Saranno anche realizzate opere di monitoraggio e messa in opera di un idoneo sistema di controllo della efficacia dell'intervento.

Al momento dello spandimento e del livellamento del primo orizzonte sarà conveniente, effettuate le apposite analisi chimico fisiche del suolo e qualora la situazione lo richieda, eseguire contemporaneamente le operazioni di correzione del PH e di ammendamento della struttura con sostanza organica.

- Metodo

Per evitare che all'interno del terreno accantonato si formino le già citate condizioni sfavorevoli ai processi pedogenetici, sarà necessario creare più cumuli di altezza media dintorno ai 3 metri e proteggerli mediante inerbimento con graminacee o leguminose.

Poiché la regimazione delle acque è di vitale importanza per una buona produttività, alla fine della fase di scavo, si realizzerà un'adeguata rete scolante, che impedisca la formazione di ristagni e regoli lo scorrimento delle acque piovane. Durante la fase di tombamento dello scavo se dovessero presentarsi delle sacche d'acqua saranno asportate con la pompa autoadescante presente in cantiere per il sollevamento dei corpi idrici. Affinché le superfici destinate all'attività agricola risultino a debole pendenza è necessario che nel ritombamento della parte meridionale dello scavo ci sia il raccordo con le superfici circostanti. Invece nella parte settentrionale, il gradino che farà da giuntura tra la morfologia originaria e quella di ripristino, avrà una pendenza prevista nell'ordine del 2-3% e non si formeranno scarpate.
Particolare e razionale attenzione andrà posta all'assestamento del terreno nel tempo, per evitare successivi avvallamenti in cui potrebbero ristagnare le acque superficiali, rendendo difficoltose le lavorazioni agricole; per questo motivo il tombamento è previsto ad una quota maggiore di circa 1,00 m rispetto a quella finale. I materiali di riporto andranno posati in strati uniformi, partendo dall'adagiamento sul fondo degli inerti con il più basso grado di permeabilità, in questo caso strati argillosi compattati, al fine di proteggere il sottostante substrato da possibili contaminazioni, per giungere dopo il riempimento ad uno strato di finitura di almeno 0,5/1 m di suolo agrario. La superficie creata dovrà infine essere opportunamente regolarizzata e baulata. Per le operazioni di copertura attraverso l'uso dei vari strati dovranno essere usate macchine operatrici compattanti, ad esclusione dell'ultimo strato dove è opportuno evitare la formazione di crosta e le conseguenti difficoltà di lavorazione. Per migliorare la struttura del suolo ricreato, che inevitabilmente ha subito una perdita di fertilità in seguito all'accantonamento, saranno necessarie alcune operazioni preparatorie quali l'erpicatura e la concimazione con ammendanti organici prima dell'impianto. Poiché come inerti per il ritombamento verranno usati gli sterili estratti nella stessa cava, non sussisteranno problemi di inquinamento dovuto a vettori come l'uso di altre terre contaminati da agenti chimici o batteriologici che potrebbero infiltrarsi negli strati sottostanti, già privati dal filtro degli orizzonti coltivati.

- Scelta Delle Essenze

Piante Erbacee

La ricomposizione del manto erboso rappresenta un metodo efficiente e duraturo sul controllo dell'erosione del suolo con la protezione della sponda dal vento e dalla pioggia attraverso il rinforzo delle radici.
Dall'analisi chimica del terreno sui campioni prelevati durante le ricerche minerarie si evince che il substrato è a reazione sub-alcalina con un PH medio di circa 8,58 e le condizioni climatiche sono particolarmente favorevoli alla semina di leguminose e graminacee foraggere. In questo caso verranno usate colture autoctone a duplice attitudine che con un'adeguata gestione saranno in grado di produrre sia foraggio che seme per l'infittimento. Inoltre vantaggi di un prato formato da più essenze rispetto a quelli monofiti saranno:

- una maggiore produzione di biomassa con una migliore utilizzazione dell'ambiente aereo e pedologico;
- elevata competizione con le infestanti;
- robustezza e resistenza grazie alla diversa suscettibilità all'attacco dei patogeni;
- epoche di germinazione ed in genere stadi fenologici differenti che, anche a seconda delle condizioni climatiche, favoriranno una migliore distribuzione stagionale ed una equilibrata composizione del foraggio con rese più stabili.

Il miscuglio sarà limitato all'impiego delle specie esistenti, già indicate in precedenza, sia per evitare la produzione di biotipi incapaci di crescere gli uni a fianco degli altri che di creare pericolose competizioni. In particolare, le essenze che andranno a fare parte della miscela sono il Trifoglio bianco ladino e la Dactylis glomerata, Avena fatua, Festuca arundinacea, Lolium, Bromus, Phalaris, Vicia faba minor ed Hedysarum coronarum. La semina andrà effettuata nel periodo autunnale previa un'adeguata preparazione del letto di semina che consisterà nel livellamento ed creazione rete scolante per la regimazione delle acque, concimazione, erpicatura a cui seguirà la rullatura dopo la semina.

Piante arboree

Per l'eventuale piantumazione delle essenze arboree dovranno essere usate le stesse specie che erano presenti prima dell'attività di scavo e quindi 3 esemplari di Quercus suber, 14 individui di Pyrus Amigdaliformis, 3 esemplari di Olea Europea var. Oleatser, 1 unità di Ficus carica, n. 4 unità di Opuntia ficus-indica.
La messa a dimora avverrà con le normali modalità e cioè: formazione di buca con trivella, formazione di sottofondo drenante, concimazione e interramento. Sarà necessario procedere alle necessarie cure colturali *(irrigazione di soccorso fino ad avvenuto attecchimento, potatura di formazione, ecc.)* nonché al risarcimento delle eventuali fallanze.

- Personale e mezzi impiegati
Dopo il tombamento eseguito per svolgere le operazioni di tipo agronomico su menzionate necessiteranno:

- ✓ n.° 1 trattrice agricola;
- ✓ n.° 1 macchina operatrice tipo erpice;
- ✓ n.° 1 macchina operatrice tipo seminatrice;
- ✓ n.° 1 macchina operatrice tipo spandiconcime;
- ✓ n.° 1 macchina operatrice tipo rullo compressore e/o sottocompressore;
- ✓ n.° 1 macchina operatrice tipo trivella portata.

I lavori verranno condotti da imprese contoterziste per le quali non è possibile prevedere la potenza dei mezzi ed i conseguenti tempi di esecuzione, pertanto queste operazioni vengono computate "*a corpo"*.

3.18 Considerazioni

Il progetto di coltivazione relativo alla miniera denominata "Monte Furros", è stato concepito in modo tale da favorire un razionale ed economico sfruttamento del giacimento minerario individuato, e, nel contempo, di favorire il più ampio recupero ambientale delle superfici interessate.
Gli obiettivi prefissati consistono nella ricostruzione di un'associazione vegetale che favorisca con il suo sviluppo il reinserimento ecologico e paesistico dell'area degli scavi nell'ambiente circostante.
Quanto esposto si realizzerà attraverso i seguenti passi:
- riprofilatura dei versanti ed il ripristino della naturale pendenza dei versanti;
- impiego del materiale sterile per la colmata parziale dei vuoti e la riduzione delle pendenze dei versanti artificiali;
- inerbimento delle superfici dei piazzali e dei versanti. La scelta delle specie da utilizzare per questo intervento è influenzata da quelle che sono le caratteristiche vegetazionali presenti nel sito e nelle aree adiacenti.

La destinazione d'uso finale delle aree ripristinate sarà quella preesistente all'intervento estrattivo.
Non si esclude che durante i lavori di ripristino ambientale sia necessario introdurre variazioni a quanto previsto dalla presente relazione o dal progetto di ripristino.
Per quanto concerne il cronoprogramma dei lavori di ripristino, in linea generale, questi saranno effettuati contestualmente a quelli di estrazione, e distribuiti in tutto l'arco di tempo di concessione della miniera.
Tuttavia, consapevoli dell'importanza della tutela paesistica, si è cercato di predisporre interventi di recupero ambientale distribuiti organicamente nel tempo e funzionali al proseguo delle attività di estrazione.

4. Quadro Ambientale

Introduzione

Il quadro di riferimento ambientale, in accordo con quanto riportato nell'allegato "A2" della D.G.R. 24/23 2008, contiene l'analisi della qualità ambientale del territorio circostante l'opera in progetto.
In particolare definisce l'ambito territoriale - inteso come sito ed area vasta e i sistemi ambientali interessati dal progetto, sia direttamente che indirettamente, entro cui è da presumere che possano manifestarsi effetti significativi sulla qualità degli stessi;
b) descrive i sistemi ambientali interessati, ponendo in evidenza l'eventuale criticità degli equilibri esistenti;
c) individua le aree, le componenti ed i fattori ambientali e le relazioni tra essi esistenti, che manifestano un carattere di eventuale criticità, al fine di evidenziare gli approfondimenti di indagine necessari al caso specifico;
d) documenta gli usi plurimi previsti delle risorse, la priorità negli usi delle medesime e gli ulteriori usi potenziali coinvolti dalla realizzazione del progetto;
e) documenta i livelli di qualità preesistenti all'intervento per ciascuna componente ambientale interessata e gli eventuali fenomeni di degrado delle risorse in atto..
Inizialmente, si approfondisce l'analisi del territorio potenzialmente interessato dall'impatto ambientale attribuibile al progetto proposto; nella fase successiva, di "caratterizzazione", si analizzano i prevedibili effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta, con particolare riferimento alle principali componenti ambientali.
L'area di studio è stata delimitata considerando le principali modalità di interferenza delle attività relative alla coltivazione mineraria con gli equilibri naturali dell'ecosistema circostante. Per fornire un quadro esaustivo e completo, il contesto territoriale è stato esteso ad un'area più vasta rispetto a quella della miniera. A tal fine, tenuto conto delle caratteristiche tecniche del progetto proposto, l'analisi è stata affrontata partendo da un inquadramento generale dell'area vasta e quindi da un approfondimento degli aspetti ambientali e delle caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche del sito oggetto dell'intervento proposto.

- Componenti e fattori ambientali

In questa parte del lavoro si procederà all'esame delle componenti naturalistiche ed antropiche interessate dall'opera e le integrazioni tra queste ed il sistema ambientale preso nella sua globalità, definite dal DPCM del 27/12/88 che individua una le seguenti componenti ambientali:

- atmosfera;
- ambiente idrico;
- suolo e sottosuolo;
- vegetazione, flora e fauna;
- ecosistemi;
- salute pubblica;
- rumore e vibrazioni;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- paesaggio.

4.1 Atmosfera

In questo capitolo si affronta la caratterizzazione climatica del sito al fine di comprendere in quale misura e tramite quali dinamiche l'atmosfera interagisce con gli altri fattori ambientali.

4.1.1 Inquadramento climatico

La caratterizzazione climatica del sito oggetto dello studio, è stata eseguita avvalendosi dei dati, in particolare i dati termometrici e pluviometrici, rilevati nella stazione di Ozieri.

4.1.2 Temperature e precipitazioni

Le temperature medie mensili e media annua sono determinate utilizzando i dati rilevati nella stazione di Ozieri tra il 1922 e il 1992, per numero di 69 osservazioni comprese in arco di tempo di 70 anni.
In Tabella 4.1.2/A si riportano, oltre ai valori medi di temperatura mensile ed annua, il numero di osservazioni.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
N.Oss.	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Dev.St.	1,3	1,5	1,3	1,1	1,4	1,3	1,6	1,4	1,1	1,3	1,3	1,5	0,5
T media in °C	7,7	8,1	10	12,2	16	20,3	24	24	20,8	16,1	11,7	8,5	15

Tabella 4.1.2/A: temperature medie mensili ed annua (Stazione di Ozieri. Quota s.l.m. 390 m)

L'andamento delle temperature medie mensili è visualizzato nel seguente grafico in Fig. 4.1.2/B (istogramma delle temperature medie mensili, con riportati nell'asse delle ascisse i 12 mesi e nell'asse delle ordinate le temperature medie mensili espresse in °C).

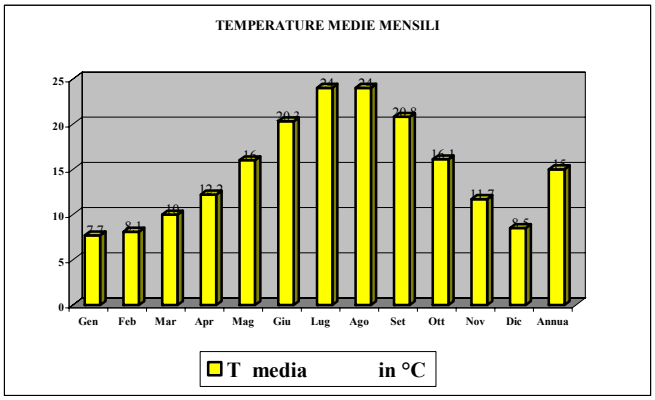


Fig. 4.1.2/B: temperatura e precipitazioni

Dalla Tabella 4.1.2/A e dal relativo grafico in Fig. 4.1.2/B si evince che la temperatura media annua, calcolata con i valori mensili, è 15,0°C. Inoltre, il mese più freddo è Gennaio con 7,7°C e quelli più caldi sono Luglio e Agosto entrambi con 24°C.
Le precipitazioni medie mensili e media annua sono determinate utilizzando i dati misurati tra il 1922 e il 1992 nella stazione di Ozieri , quindi per un periodo di 70 anni.
In Tabella 4.1.2/C si riportano, oltre ai valori medi di precipitazione mensile ed annua, il numero di osservazioni e la deviazione standard.

L'andamento delle precipitazioni medie mensili può essere meglio analizzato grazie all'istogramma delle precipitazioni medie mensili, Fig. 4.1.2/D ove si riportano sull'asse delle ascisse i 12 mesi e sull'asse delle ordinate precipitazioni medie espresse in millimetri.
Tipo di apparecchio P (Altezza dell'apparecchio dal suolo: 1.50 m)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
N.Oss.	67	67	67	68	68	68	68	68	68	67	67	67	
Dev.St.	37,9	43,3	36	34,3	37,5	31,9	25,7	23,5	39,8	49,2	47,7	46,4	
P media in °C	68,8	65,4	61,1	59,6	50,3	26,8	12,5	20	48,4	71,8	84,4	86,7	661,2

Tabella. 4.1.2/C: precipitazioni medie mensili e annua(Stazione di Ozieri. Quota s.l.m. 390 m)

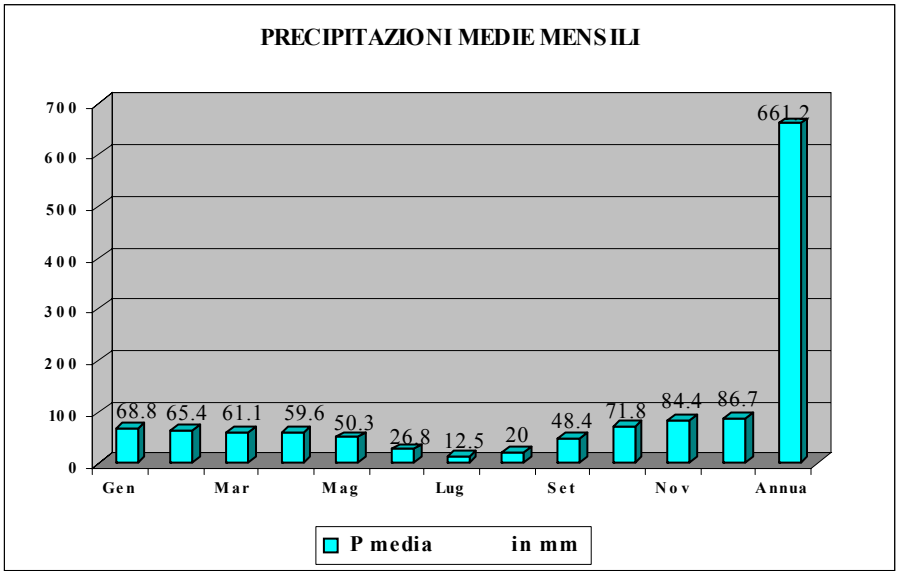


Fig. 4.1.2/D: precipitazioni medie mensili

Dalla Tabella 4.1.2/C e dal grafico in Fig. 4.1.2/D si deduce che il modulo pluviometrico annuo, calcolato con i valori mensili, è 661,2 mm, che il mese più piovoso è dicembre con 86,7 mm e quello più asciutto è luglio con 12,5 mm, infine, la piovosità media annuale ammonta a 54,6 mm. I valori di temperatura e precipitazione medi mensili hanno consentito la ricostruzione del diagramma ombro termico, in Fig. 4.1.2/E che riproduce il regime termo-pluviometrico medio annuo nella stazione di Ozieri. Infatti, riportando in ascisse i 12 mesi e in ordinate i corrispondenti valori medi mensili di T e P si può visualizzare il loro andamento nel corso dell'anno.

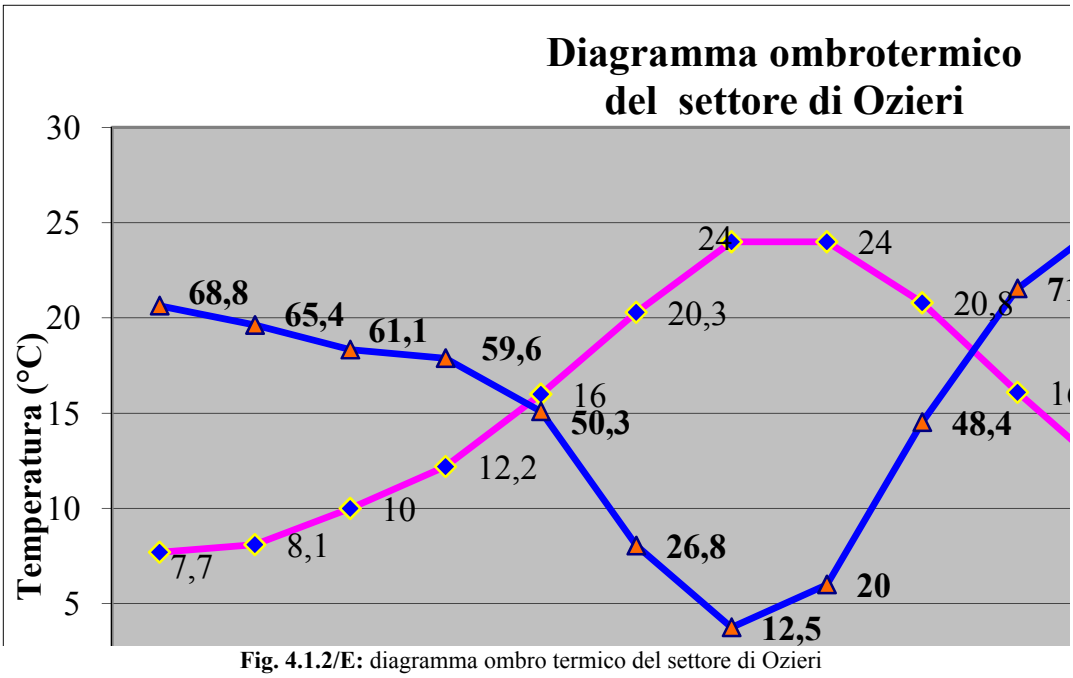


Fig. 4.1.2/E: diagramma ombro termico del settore di Ozieri

L'andamento delle curve consente di affermare che nei mesi estivi di Luglio e Agosto, dove la temperatura media mensile raggiunge il valore massimo 24°C, si hanno minimi di piovosità (rispettivamente 12,5 mm e 20 mm), mentre nei mesi di Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio, dove le temperature medie mensili oscillano tra i 8.1 e gli 11.7 °C, si raggiungono le piovosità più elevate (rispettivamente 84,4 mm, 86,7 mm).

Le medie di temperatura e piovosità consentono, inoltre, di individuare il tipo di clima. Infatti, per la temperatura media annua con valori compresi tra 15,0°C, la media del mese più freddo variabile tra 7.7°C e 10°C, e per i 4 mesi con temperatura superiore a 20,0°C, il clima presente è di tipo "temperato-caldo". Anche le precipitazioni annue sono comprese tra 500 mm e 800 mm in accordo con il clima temperato caldo.

4.1.3 Nuvolosità

I dati sulla nuvolosità sono riferiti alla stazione meteorologica di Tempio poiché ritenuta più idonea per distanza ed esposizione. In tabella sono sintetizzati il numero medio mensile ed annuo dei giorni sereni (nuvolosità < 2/8), coperti (nuvolosità > 6/8) e nuvolosi (2/8 < nuvolosità < 6/8).
Dall'esame di valori riportati nella tabella si evince che:
il numero di giorni sereni massimo si verifica a Luglio e ad Agosto, rispettivamente con 20 e 22 gg., mentre il numero minimo ricade tra Dicembre e Maggio, con 3-9 gg.;
in contrapposizione ai giorni sereni, quelli coperti raggiungono un massimo di 15 e un minimo di 2, rispettivamente, nei mesi di Gennaio e Luglio;
per i giorni nuvolosi si ha un minimo nel mese di Agosto, con 6 gg. nuvolosi, mentre il massimo, 17 gg., si osserva nel mese di Ottobre.
I dati relativi la media annua indicano che, nel settore, per ben 104 gg. (28,49%) il cielo è sereno, per 108 gg. (29,58%) è coperto e per i restanti 153 giorni (41,92%) è nuvoloso.

4.1.4 Ventosità

I dati d'intensità, direzione e frequenza del vento al suolo inerenti la stazione di rilevamento di Chilivani (216 m s.l.m.) sono riepilogati nella tabella seguente per il triennio 2000 – 2002 a cura dell'ISTAT. Sfortunatamente i dati acquisiti per il mese di Ottobre 2001 e Gennaio 2002 sono insufficienti per l'elaborazione della statistica.
I dati nelle Tabelle 4.1.4/A e 4.1.4/B e quelli nelle Fig. 4.1.4/C e 4.1.4/D consentono di visualizzare i valori medi per l'intero triennio e di operare un confronto immediato fra intensità e frequenza.

Anno	Mese	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma
		Freq.	Vel.	Freq.	Vel.	Freq.	Vel.	Freq.	Vel.	Freq.	Vel.	Freq.	Vel.	Freq.	Vel	Freq.	Vel.	Freq-
2000	Gen.	5	1,6	12	2,5	3	1,3	3	0,9	21	1,9	29	2,4	12	2,3	2	1,3	13
	Feb	5	2,7	6	2,6	2	1,0	2	1,0	20	2,0	33	2,7	20	3,0	5	2,4	7
	Mar	8	2,3	9	3,5	2	1,1	2	1,1	18	1,9	34	3,1	14	2,6	6	2,3	7
	Apr	7	2,6	11	3,8	3	1,9	3	1,9	21	2,2	32	3,7	14	3,2	4	1,7	5
	Mag	13	2,6	12	3,7	4	3,1	3	1,5	18	1,9	18	2,1	16	3,3	10	2,7	6
	Giu	8	2,6	12	3,6	5	2,8	5	1,6	19	1,9	19	2,2	18	3,2	7	2,6	7
	Lug	6	2,2	4	1,6	2	1,1	3	1,5	17	2,5	27	3,2	26	4,3	8	2,9	7
	Ago	5	2,3	5	2,2	2	1,5	4	1,2	19	1,5	27	2,4	18	2,6	13	3,0	7
	Set	7	2,4	8	3,5	2	1,2	4	1,2	21	1,9	23	2,7	17	3,1	8	2,7	10
	Ott	5	2,0	10	2,8	4	2,9	4	1,4	30	2,5	24	2,8	10	2,2	4	2,1	9
	Nov	3	1,3	4	1,3	2	1,0	5	1,2	36	3,1	28	2,8	8	2,6	2	1,3	12
	Dic	4	1,7	11	2,7	3	1,7	3	1,2	29	2,8	27	2,9	8	2,4	2	0,9	13
2001	Gen.	8	2,5	15	3,8	3	1,4	3	1,2	26	2,8	25	3,0	5	2,1	3	1,7	12
	Feb	6	2,3	11	2,9	2	2,2	3	1,6	26	2,7	32	3,7	8	2,5	3	1,7	9
	Mar	4	2,3	3	1,5	1	0,9	2	1,2	40	4,5	33	4,2	9	3,7	1	1,3	7
	Apr	5	2,7	3	3,6	1	0,9	2	1,5	26	2,4	34	3,3	17	3,6	5	2,3	7
	Mag	10	2,9	14	3,7	3	2,7	3	1,3	14	1,6	26	2,3	13	2,2	10	2,7	7
	Giu	4	2,1	4	1,8	1	1,2	3	1,2	18	2,0	29	2,9	27	3,7	9	2,8	5
	Lug	6	2,2	6	2,7	2	1,8	3	2,0	16	1,8	28	3,0	20	3,3	13	3,1	6
	Ago	6	2,2	5	2,6	2	1,3	3	1,1	19	1,6	24	1,9	20	2,8	15	3,2	6
	Set	5	2,0	5	2,1	1	1,3	2	1,1	21	2,4	34	3,6	23	3,9	5	2,4	4
	Ott	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	Nov	6	2,1	16	4,5	4	3,0	4	1,6	25	2,3	25	2,4	12	3,1	2	1,3	6
	Dic	8	2,5	23	4,3	2	1,3	2	0,9	17	2,0	27	3,2	10	3,1	2	1,2	9
2002	Gen.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	Feb	5	2,7	6	2,6	2	1,0	2	1,0	20	2,0	33	2.7	20	3.1	5	2,4	7
	Mar	8	2,3	9	3,5	2	1,1	2	1.1	18	1.9	34	3.1	14	2.6	6	2,3	7
	Apr	7	2,6	11	3,8	3	1,9	3	1.9	21	2.2	32	3.7	14	3.2	4	1,7	5
	Mag	13	2,6	12	3,7	4	3,1	3	1,5	18	1,9	18	2,1	16	3,3	10	2,7	6
	Giu	8	2,6	12	3,6	5	2,8	5	1.6	19	1.9	19	2.2	18	3.2	7	2,6	7
	Lug	6	2,2	4	1,6	2	1,1	3	1.5	17	2.5	27	3.2	26	4.3	8	2,9	7
	Ago	5	2,3	5	2,2	2	1,5	4	1,2	19	1,5	27	2,4	18	2,5	13	3,0	7
	Set	7	2,4	8	3,5	2	1,2	4	1,2	21	1,9	23	2,7	17	3,1	8	2,7	10
	Ott	5	2,0	10	2,8	4	2,9	4	1,4	30	2,5	24	2,8	10	2,2	4	2,1	9
	Nov	3	1,3	4	1,3	2	1,0	5	1,2	36	3,1	28	2,8	8	2,6	2	1,3	12
	Dic	4	2,4	11	3,5	3	1,2	3	1,2	29	1,9	27	2,7	8	3,1	2	2,7	13

Tabella. 4.1.4/A: stazione di rilevamento Chilivani (216 s.l.m) Lat. N 40° 37' Long. E 8° 56'

Numero medio mensile e annuo dei giorni sereni												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
3	5	6	5	9	11	20	22	11	4	5	3	104
14			25			53			12			
Numero medio mensile ed annuo dei giorni coperti												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
15	13	12	11	9	4	2	3	6	10	10	13	108
40			24			11			33			
Numero medio mensile ed annuo dei giorni nuvolosi												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
13	10	13	14	13	15	9	6	13	17	15	15	153
36			42			28			47			

Tabella 4.1.4/B: numero medio mensile ed annuo dei giorni sereni coperti e nuvolosi

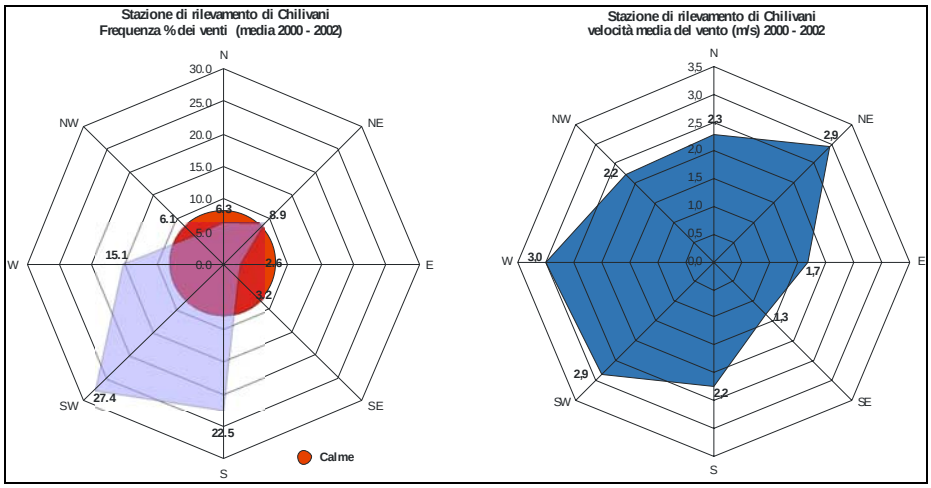


Fig. 4.1.4/C: rosa dei venti

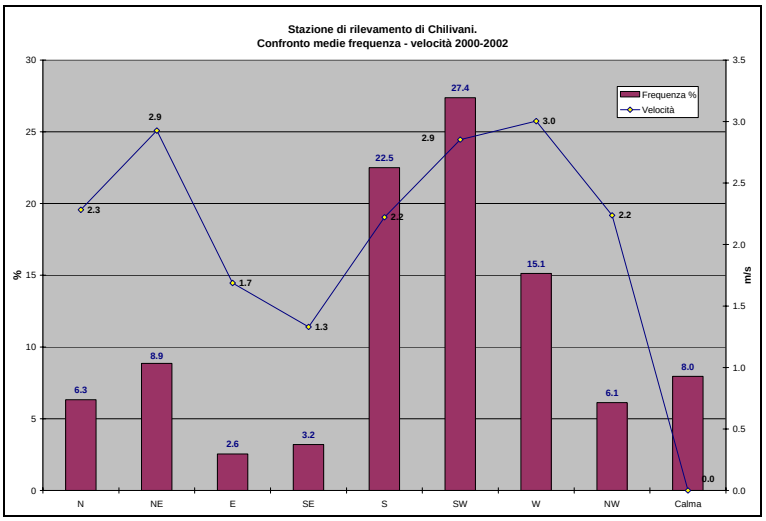


Fig. 4.1.4/D: confronto medie frequenze e ventosità

Dall'analisi di quanto esposto si evince che nella porzione di territorio in esame predominano i venti provenienti dai quadranti meridionali (SW, Libeccio e S, Ostro) seguiti dal Ponente (W). Da queste tre direzioni spirano il 65% dei venti. Le calme si verificano nell'8% dei casi.
Se si considerano le velocità medie dei venti le maggiori intensità sono raggiunte dal Ponente (3 m/s) dal Grecale e dal Libeccio (2,9 m/s). L'effetto della media contribuisce ad appiattire la curva della velocità dei venti, pertanto nella Tabella 4.1.4/D si riportano le velocità massime delle raffiche ed il numero di giorni per le classi di velocità espresse secondo la scala di Beaufort.

Scala di Beaufort (m/s)	
Calma	< 0,5
Brezza	0,5 - 5,4
Moderato	5,4 - 17,1
Forte	17,1 - 28,1
	> 28,1

Anno	Mese	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Classe di velocità				
										Calma	Brezza	Vento Moderato	Vento Forte	
2000	Gen					9,6				0	19	12	0	0
	Feb						9,8			0	16	13	0	0
	Mar							9,1		0	15	16	0	0
	Apr					11,1				0	8	22	0	0
	Mag					8,9				0	11	20	0	0
	Giu					8,2				0	7	23	0	0
	Lug					14,7				0	12	19	0	0
	Ago						9,4			0	12	19	0	0
	Set				13,3					0	16	14	0	0
	Ott						10,4			0	15	16	0	0
	Nov					11,7				0	12	17	0	0
	Dic					11,8				0	16	15	0	0
2001	Gen								11,0	0	17	14	0	0
	Feb						10,6			0	12	16	0	0
	Mar	11,6								0	7	24	0	0
	Apr					10,4				0	11	19	0	0
	Mag						9,0			0	17	14	0	0
	Giu				9,5					0	12	18	0	0
	Lug					14,9				0	12	19	0	0
	Ago					8,9				0	13	18	0	0
	Set					10,6				0	11	19	0	0
	Ott									Dati insufficienti				
	Nov					13,1				0	15	15	0	0
	Dic						10,2			0	13	18	0	0
2002	Gen						9,8			Dati insufficienti				
	Feb							9,1		0	8	20	0	0
	Mar					9,6				0	9	22	0	0
	Apr					11,1				0	5	25	0	0
	Mag					8,9				0	8	23	0	0
	Giu					8,2				3	6	21	0	0
	Lug					14,7				Dati insufficienti				
	Ago						9,4							
	Set				13,3									
	Ott						10,4			7	9	15	0	0
	Nov					11,7				0	16	14	0	0
	Dic					11,8				1	16	14	0	0

Tabella 4.1.4/D: confronto medie frequenze e ventosità. Stazione di rilevamento d Chilivani (216 s.l.m) Lat. N 40° 37' Long. E 8° 56

In generale, le raffiche più intense provengono da Sud (Ostro), la velocità maggiore, nel triennio considerato, ha raggiunto 14,9 m/s (circa 54 km/h) ed è stata registrata nel mese di Luglio 2001. Come

si può notare, le raffiche più forti di ogni anno spirano sempre a Luglio e dai quadranti meridionali. In tema di classi di velocità gran parte dei venti ricadono nella classe "Vento Moderato", mentre non si registrano venti forti o di burrasca. Le calme sono piuttosto rare, 11 giorni su 1096, la contraddizione con la prima tabella è da considerare come un "effetto di appiattimento" della statistica.
La stagione primaverile è quella a più elevata frequenza eolica ed il mese di Aprile concentra il maggior numero di giornate ventose (a meno dei dati mancanti).

4.1.5 Umidità relativa

L'umidità relativa, per ogni singola osservazione, si ottiene dal rapporto in percentuale della quantità di vapore acqueo esistente in una data massa d'aria al momento dell'osservazione e la quantità massima che la stessa potrebbe contenere alla temperatura esistente nello stesso momento.
In Tabella 4.1.5/A sono riportati i valori mensili di umidità relativa (%) media, registrati nella stazione di Tempio.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Umidità relativa (%)													
	85	80	73	71	74	64	62	62	73	78	8	84	74
	83			73			63			78			74

Tabella 4.1.5/A: valori mensili umidità relativa

I dati riportati in tabella mettono in evidenza che i valori di umidità relativa media (%) raggiungono valori massimi nella stagione invernale (84% a Dicembre, 85% a Gennaio e 73% a Febbraio) e minimi in estate (62% a Luglio, 62% ad Agosto e 73% a Settembre). L'umidità relativa media annua è del 74%.

4.1.6 Pressione atmosferica

La variazione della pressione atmosferica in Sardegna, strettamente legata alla variazione della pressione nel Mediterraneo occidentale, è condizionata dagli spostamenti, nelle varie stagioni, dell'Anticiclone delle Azzorre e dell'Anticiclone Siberiano. In Tabella 4.1.6/A sono riportati i valori della pressione atmosferica media stagionale ed annua, relativi la stazione di Tempio, misurati alla quota della stessa.

Stazione	Altitudine (m)	Inverno (mb)	Primavera (mb)	Estate (mb)	Autunno (mb)	Anno (mb)
Stazione	556	945,9	947,3	948,9	948,2	947,6

Tabella 4.1.6/A: pressione atmosferica, medie stagionali ed annue

L'esame dei valori medi stagionali indica che esiste un minimo tra l'inverno e la primavera ed un massimo fra l'estate e l'autunno.

4.1.7 Classificazione climatica di Ozieri

I dati riportati sopra consento di inquadrare, in seno alla classificazione climatica elaborata da W. Köppen, il clima di Ozieri come "*temperato caldo –mesotermico-*" (il mese più freddo ha temperatura inferiore a 18°C, ma superiore a -3°C – classe C-; almeno un mese ha una temperatura superiore a 10°C e la stagione estiva è asciutta – sottoclasse s-; l'estate è molto calda, il mese più caldo ha temperature superiori a 22°C – subclasse a). In base alle considerazioni esposte, il codice completo di clima secondo W. Köppen è *Csa* tipico del *clima mediterraneo*.

4.1.8 Qualità dell'aria

- Teoria

L'inquinamento atmosferico consiste in una modifica delle proprietà chimiche, fisiche e biologiche dell'aria, con danni anche gravi agli esseri viventi ed ai manufatti qualora le concentrazioni di sostanze inquinanti superino determinati livelli.

L'aria chimicamente pura è un miscuglio di sostanze aeriformi la cui composizione percentuale si mantiene costante fino a 80 – 90 km di altezza. L'aria "pulita" in natura non esiste perché nella sua composizione intervengono da sempre, seppur in esigue proporzioni, altre sostanze estranee inquinanti, immesse nell'atmosfera da alcuni processi naturali quali ad esempio:

le esalazioni da parte dei vegetali, degli oceani e del suolo;
le eruzioni vulcaniche;
l'erosione del suolo e delle rocce ad opera del vento;
i meteoriti e le poveri cosmiche;
gli incendi spontanei delle foreste;
la fotodissociazione dell'aria da parte dei raggi solari.

Si parla di inquinamento atmosferico da attività antropica quando le attività umane provocano una variazione significativa della concentrazione delle sostanze inquinanti, fra queste, in area urbana, le principali sono costituite da:

- biossido di zolfo (SO_2),
- monossido di azoto (NO),
- biossido di azoto (NO_2),
- monossido di carbonio (CO),
- ozono (O_3),
- polveri totali sospese (PTS),
- composti organici volatili (COV), tra i quali gli idrocarburi come il benzene.

Nelle misure analitiche sovente le concentrazioni di monossido e biossido di azoto vengono considerate in maniera cumulata ed indicate con la sigla NO_X.

L'inquinamento urbano è originato essenzialmente dalla combustione di idrocarburi per riscaldamento, dal traffico veicolare e dalle attività industriali. Le emissioni dagli scarichi delle auto contribuiscono al 90% del CO, all'87% dei COV, al 76% della CO_2, al 52% degli NO_X ed al 50% delle polveri. In particolare, queste ultime derivano in parte dai gas di scarico in parte dall'usura della gomma degli pneumatici e del manto stradale.

Le sorgenti stazionarie (riscaldamento domestico, inceneritori, industrie) sono , invece, responsabili del 45% delle emissioni di NO_X e del 78% di quelle di SO_2. Se ci si addentra nei dettagli si scopre che l'olio combustibile produce il 93% di tutta la SO_2 rilevata in ambiente urbano, il 40% degli NO_X ed il 25% delle polveri. Nell'ambito delle poveri meritano particolare attenzione quelle sottili con diametro inferiore a 10 micron note sotto la sigla di PM10. Tali poveri – molto temibili per via delle loro microscopiche dimensioni che consentono loro di penetrare negli alveoli polmonari – sono originate da tre fonti principali: traffico veicolare (25%), riscaldamento domestico (40 – 50%), industria (25 – 35%); i composti organici volatili (COV) derivano, invece, in larga misura dai motori a scoppio. Paradossalmente, la concentrazione di alcune delle più pericolose sostanze inquinanti è aumentata con l'impiego delle marmitte catalitiche, le quali, introdotte per ridurre le emissioni di NO_2, SO_2, CO e polveri, richiedono l'uso della cosiddetta "benzina verde", la quale, però, rispetto a quella addizionata con piombo, contiene una maggiore quantità di idrocarburi aromatici dai quali si sprigionano altre sostanze inquinanti e, in particolare, il benzene, una sostanza cancerogena. La concentrazione di inquinanti in aria sulle aree urbane sulle aree urbane supera in media di 10 – 100 volte quella delle adiacenti aree rurali.

L'inquinamento urbano viene esaltato durante la stagione calda. Infatti, in estate, gli inquinanti primari (naturali o antropogenici), sotto l'azione dell'intensa radiazione solare (in particolare della componente ultravioletta) subiscono un processo di fotodissociazione che li trasforma, dal punto di vista chimico, in altri inquinanti secondari (smog fotochimica), tra i quali l'ozono, le aldeidi ed i perossidi organici. L'ozono fa la sua comparsa nell'aria urbana solamente nella stagione calda perché,

oltre alla presenza degli NO_X, per la sua formazione occorre che vi siano elevate temperature dell'aria e intenso soleggiamento.

- Riferimenti normativi per l'inquinamento atmosferico

Per gli inquinanti principali la normativa italiana prevede diversi tipi di limite, e precisamente:
valori limite di qualità dell'aria (o standard di qualità dell'aria), stabiliti dal D.P.C.M. del 28/3/83 e dal D.P.R. n. 203 del 1988, e definiti come limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno;
valori guida di qualità dell'aria, stabiliti dal D.P.R. 203/88 e definiti come limiti delle concentrazioni e limiti di esposizione relativi ad inquinamenti nell'ambiente esterno destinati:
alla prevenzione a lungo termine in materia di salute e protezione dell'ambiente;
a costituire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria
livello di allarme, relativo alle aree urbane, e definito come la concentrazione di inquinanti atmosferici che determina lo stato di allarme, cioè una situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario.
livello di attenzione, relativo alle aree urbane, e definito come la concentrazione di inquinanti atmosferici che determina lo stato di attenzione, cioè una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme.
Le tabelle successive riassumono i diversi limiti per gli inquinanti che sono stati considerati nella definizione della qualità attuale dell'aria e nella stima delle immissioni.

Obiettivo di qualità	Misura	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Unità di misura
Valore limite per la protezione della salute	Media di 24 ore da non superare più di35 volte	50	50	50	50	50	50	$\mu g/m^3$
Valore limite per la protezione della salute	Media annua	40	Da definire				20	$\mu g/m^3$

Tabella 4.1.8/A: valori limite per il particolato sospeso(PM10)(DM 60 2/4/2002

Obiettivo di qualità	Misura	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Unità di misura
Valore limite per la protezione della salute	Media oraria da non superare più di18 volte	250	240	230	220	210	200	$\mu g/m^3$
Valore limite per la protezione della salute	Media annua	50	48	46	44	42	20	$\mu g/m^3$
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Media annua	30	30	30	30	30	30	$\mu g/m^3$
Soglia di allarme	Media oraria per più di tre ore consecutive	400	400	400	400	400	400	$\mu g/m^3$

Tabella 4.1.8/B: valori limite per il biossido di azoto Limiti UE dal 2010 (1999/30CE) in vigore con margine di tolleranza (DM 60 2/4/2002).

Obiettivo di qualità	Misura	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Unità di misura
Valore limite per la protezione della salute	Media oraria da non superare più di 18 volte	10	9	8	7	6	5	$\mu g/m^3$

Tabella 4.1.8/C valori limite per il monossido di carbonio Limiti UE dal 2010 (2000/69/CE) in vigore con margine di tolleranza (DM 60 2/4/2002)

La concentrazione degli inquinanti nell'atmosfera è determinata non solo dal loro flusso di emissione e dalle trasformazioni chimico-fisiche cui vengono sottoposti, ma anche, ed in misura notevole, dai fattori meteorologici, che spesso costituiscono il parametro chiave per la comprensione della genesi, dell'entità e dello sviluppo nel tempo di un evento di inquinamento atmosferico. I parametri

meteorologici più direttamente legati alla problematica della diffusione atmosferica degli inquinanti emessi da una sorgente sono velocità e direzione del vento, classe di stabilità atmosferica e altezza dello strato di rimescolamento. Lo strato di rimescolamento costituisce una sorta di barriera nei confronti della dispersione verticale degli inquinanti presenti nella bassa atmosfera. Quando lo strato di rimescolamento è basso (ma comunque al di sopra dell'altezza della sorgente) si ha un aumento della concentrazione a livello del suolo, in quanto le sostanze risultano intrappolate nella zona più vicina al suolo e viene a mancare la dispersione degli inquinanti verso gli strati più alti (si ha cioè quello che viene comunemente chiamato effetto di inversione termica). Se invece lo strato di rimescolamento è talmente basso da essere al di sotto della quota della sorgente, si ha l'effetto opposto, e risulta limitata la ricaduta degli inquinanti verso il suolo. L' influenza della velocità e della direzione del vento sul trasporto a distanza degli inquinanti è molto importante e deve essere sempre presa in considerazione in un modello di dispersione di sostanze in atmosfera. La classe di stabilità è un indicatore della turbolenza atmosferica; quest'ultima ha una grande influenza sulla dispersione in atmosfera delle emissioni prodotte da una sorgente, in quanto una maggiore turbolenza nei pressi della sorgente comporta un maggiore rimescolamento delle sostanze emesse, con il conseguente aumento delle ricadute a distanza relativamente breve, a scapito del trasporto a grande distanza. La classificazione convenzionalmente adottata (Pasquill-Gifford) prevede sei categorie di stabilità definite come segue:

Classi di stabilità atmosferica	
Classe A	Instabilità forte
Classe B	Instabilità moderata
Classe C	Instabilità debole
Classe D	Condizioni di neutralità
Classe E	Stabilità moderata
Classe F	Stabilità forte

La classe di stabilità in un certo istante di tempo dipende dalla stabilità statica (legata al gradiente di temperatura in funzione della quota), dalla turbolenza termica (causata dal riscaldamento dell'aria a livello del suolo) e dalla turbolenza meccanica (funzione della velocità del vento e della rugosità della superficie). Quantitativamente l'attribuzione di una determinata classe di stabilità viene effettuata in base ai valori della velocità del vento al suolo, all'insolazione diurna e alla copertura di nubi del cielo durante la notte (che influenza la perdita di calore per irraggiamento).
La procedura di attribuzione della classe è riassunta in forma semplificata nella tabella seguente:

- Il sito di Ozieri

Nel corso del 2005, il Servizio Antinquinamento Atmosferico e Acustico dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, nell'ambito della realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, ha reso noti i risultati di una campagna di monitoraggio per la valutazione della qualità dell'aria al fine del conseguimento degli obiettivi del D. Lgs. 351/99.
La campagna di misura aveva lo scopo di verificare l'inquinamento atmosferico in zone mai investigate in precedenza o di approfondire lo studio di zone già sottoposte a controllo. L'attività di monitoraggio è stata eseguita con differenti metodologie e tecnologie:
stazione mobile equipaggiata per l'analisi in continuo dei principali inquinanti atmosferici (SO_2, CO, NO-NO_2-NO_x, O_3, BTX, PTS, PM10);
campionatori diffusivi (BTX, NO-NO_2-NO_x, SW, O_3, NH_3);
deposimetri (IPA, metalli pesanti come indicati nell'allegato I del D. Lgs. n. 351/99, Cr, Cr^{+6}, V, Cu, Be, diossine).
La campagna di misurazioni è stata condotta con differenti metodologie (stazioni fisse, campionatori passivi, mezzi mobili) nei comuni più rappresentativi dell'intero territorio isolano (ad esempio Alghero, Sassari, Cagliari, Iglesias, Oristano, Elmas etc.), mentre i valori di concentrazione sono stati estrapolati per comuni come Ozieri privi di punti di monitoraggio.

A questo scopo sono stati utilizzati modelli di dispersione atmosferica o interpolazioni di differente tipologia. Seguendo una delle metodologie indicate dal D. Lgs. 351/99, i valori puntuali e quelli derivati sono stati estesi all'intero territorio comunale.
Le mappe di criticità per le emissioni diffuse (CO, NMVOC, NO_X, Particolato, SO_2), relative a ciascun territorio comunale, sono state ottenute a partire dai risultati dell'inventario delle analisi relative all'anno 2001. Il *range* dei valori di ogni sostanza inquinante è stato suddiviso in classi, pertanto, i dati relativi all'agro di Ozieri saranno esposti di seguito secondo quest'ottica.

Ossido di Carbonio (CO).

Classi (t/anno)	Classe
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Il territorio di Ozieri ricade nella prima classe.
NMVOC.

Classi (t/anno)	Classe
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Il comprensorio di Ozieri rientra nella prima classe.
Ossidi di azoto (NOx).

Classi (t/anno)	Classe
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Anche in questo caso il Comune di Ozieri cade nella prima classe.
Particolato (PTS)

Classi (t/anno)	Classe
0 - 100	1
100 - 1000	2
> 1000	3

Le emissioni di particolato pongono Ozieri fra i comuni della prima classe.
Anidride solforosa (SO_2).

Classi (t/anno)	Classe
0 - 10	1
10 - 100	2
> 100	3

Per quanto riguarda questo tipo di inquinante, la sua diffusione nell'intero ambito comunale pone Ozieri ancora una volta in seno alla classe 1.
Sulla base di quanto esposto non si ravvisano pericoli per la salute umana e per la vegetazione derivanti dall'esposizione alle sopraelencate sostanze inquinanti.

4.2 Ambiente idrico

Questo capitolo affronta, dapprima, la caratterizzazione delle acque superficiali e sotterranee del bacino del Fiume Coghinas, principale dreno dell'area, per addentrarsi, successivamente, nello studio dell'area vasta e, quindi, del sito di interesse.

4.2.1 Acque superficiali

Dal punto di vista idrologico il settore di studio ricade nel Bacino Idrografico del Coghinas (Fig. 4.2.1/A). Questo, secondo solo al Tirso come estensione, è la somma di tre bacini, quello del Riu Mannu di Ozieri, del Riu Mannu di Oschiri e del Riu Mannu di Berchidda. L'idronimo più noto, quello appunto di Coghinas, viene assunto dal corso d'acqua all'uscita dell'omonimo lago artificiale e mantenuto fino alla foce, nella spiaggia detta di Campo Coghinas.

Il bacino del fiume Coghinas, il più vasto della Sardegna settentrionale, raccoglie le acque di drenaggio di un'area di circa 2477 km^2. Il corso d'acqua principale trae le sue origini dalle falde settentrionali della catena del Marghine, a Nord di Bolotana, e dopo un percorso tortuoso e irregolare sfocia nel bordo orientale del Golfo dell'Asinara. Il suo tracciato, che mantiene prevalentemente direzione SW-NE, attraversa per una lunghezza di circa 123 km la Sardegna centro-settentrionale.
Il Fiume scorre quasi per intero nella provincia di Sassari, su un'area che comprende, totalmente e/o parzialmente, il territorio di 47 comuni. Confina con otto bacini e precisamente nella sua parte orientale con il Liscia, con il Padrongiano, con il Posada e con uno minore; a Sud con il Tirso e nella parte occidentale con il Temo, con il Mannu di Porto Torres e con il Silis.
Il suo spartiacque è costituito dagli alti morfologici più importanti della provincia di Sassari. In particolare ad occidente è costituito dai rilievi trachiandesitici e calcarei dell'Anglona, più a Sud dal complesso vulcanico plioquaternario del Logudoro, mentre nella parte meridionale dalla Catena del Marghine e dai monti di Alà e Buddusò ed infine, nella zona Nord-orientale dal massiccio del Limbara. Le quote massime si raggiungono ad occidente a M. Eiscoba (629 m), P.ta Ottiosa (523 m) e P.ta Giunnalias (534 m), a Sud M. Rasu (1259 m) e M. Fraidorzu (1004 m), ad Est P.ta Senalonga (1076 m), a Nord P.ta Balestrieri (1259 m) e P.ta Bandiera (1336 m).
Le aree pianeggianti sono limitate alla piana di Valledoria, in prossimità della foce, alla piana di Chilivani e al limitato altopiano di Campo Giavesu.

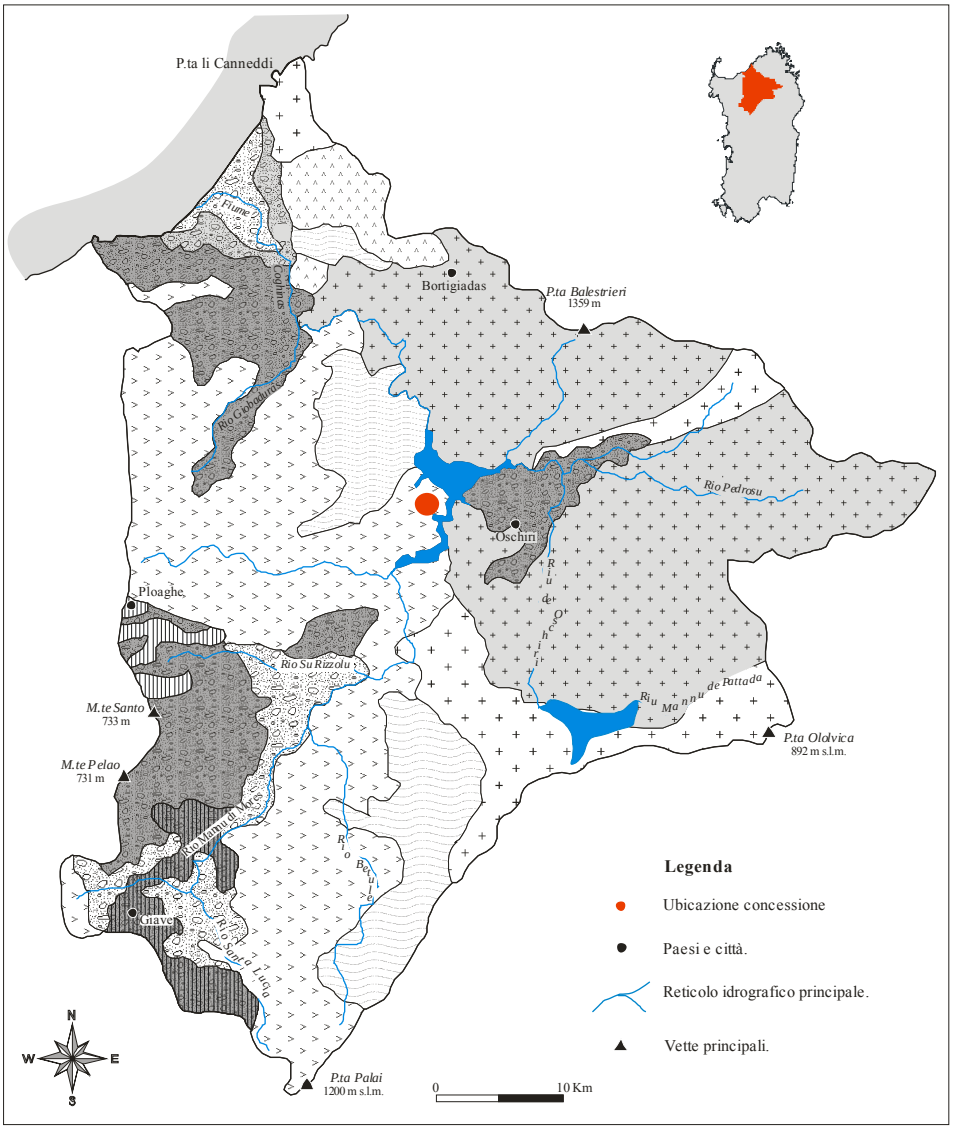


Fig. 4.2.1/A: bacino idrografico del Coghinas.

Il Riu Mannu d'Ozieri nasce tra i rilievi del Monte Traessu (717 m) e del Monte Rispisu (602 m) e drena l'altopiano di Campu Giavesu, una superficie di spianamento estesa circa 1,5 km2 che, tramite superfici di debole inclinazione, si raccorda ai rilievi circostanti. I corsi d'acqua che scorrono nella piana sono stati in buona parte rettificati e canalizzati a seguito della Bonifica di Santa Lucia attuata nel 1956 per conto della Cassa per il Mezzogiorno al fine di evitare la formazione di paludi ed acquitrini, favoriti, tra l'altro, dalla scarsa permeabilità dei sedimenti alluvionali. Anche la pianura di Chilivani è stata oggetto di bonifica e molti dei corsi d'acqua che l'attraversano sono stati rettificati e arginati; così come lo stesso Riu Rizzolu.
La geologia è caratterizzata, in questa prima parte, da una successione vulcanica di età oligo-miocenica, costituita da riodaciti, ignimbriti, andesiti con intercalazioni tufacee, che poggia sul basamento cristallino (scisti e graniti) affiorante in tutto il settore orientale dell'intero bacino. Verso Bonorva - Semestene tale successione è ricoperta dai sedimenti marini del Miocene medio, che negli altopiani della Campeda e del Pranu Mannu sono a loro volta sormontati dagli espandimenti basaltici plio-quaternari.
La morfologia, condizionata dai diversi tipi litologici, è piuttosto varia e passa dalle forme aspre delle vulcaniti oligo-mioceniche, dove le alternanze laviche e tufacee danno luogo a dorsali con versanti asimmetrici, alle superfici tabulari della Campeda e del Pranu Mannu ed ancora dalle cuestas originate dalle intercalazioni calcaree e marnose, osservabili nelle vicinanze di Cheremule, alle piane alluvionali di Campu Giavesu e Santa Lucia, per giungere ai coni di scorie basaltiche (Monte Cuccuruddu, Monte Cujaru, Monte Fruscu).
Nel suo segmento iniziale, sino alla confluenza con il Riu Tilchiddesu (forse più noto come Riu Badu Pedrosu), il Riu Mannu di Ozieri drena una superficie di 171,2 km2 ed è per un buon tratto denominato Riu di Mores. Il numero totale delle aste è 261 per una lunghezza complessiva di 229,8 km. La densità del drenaggio è di soli 1,34 km/km2 ed anche la frequenza del drenaggio è scarsa, 1,52 aste per km2. Sul Riu Mannu di Mores, l'altezza della lama d'acqua defluita, valutata a Ponte Valenti e riferita ad un bacino di 140 km2, ammonta a 234,3 mm. Gli afflussi sulla stessa area sono 744,8 mm, il coefficiente di deflusso è 0,31.
Nell'ambito del presente inquadramento riveste una certa importanza la presenza del lago artificiale del Coghinas, originatosi per lo sbarramento del Riu Mannu di Ozieri alla stretta di Muzzone con una diga del tipo a gravità, a pianta rettilinea, lunga al coronamento 185 m ed alta 58 m.
L'invaso, ultimato nel 1927, è stato concepito per la produzione di energia elettrica, ma le acque sono state in seguito utilizzate anche per scopo irriguo; la sua capacità utile è di 237 milioni di mc e la superficie occupata è mediamente di 17,8 km2. L'impianto idroelettrico è sistemato in caverna ed ha una potenza installata di 27.200 KW.
I valori degli afflussi meteorici vengono rilevati alle stazioni di Ardara, Ozieri, Perfugas e Ozieri, mentre per le termometrie si fa ricorso alla sola stazione di Ozieri.
Nel bacino idrografico del Fiume Coghinas il massimo ed il minimo delle precipitazioni si verificano rispettivamente nei mesi di Novembre - Dicembre e Luglio. L'andamento delle temperature è inversamente proporzionale alla piovosità, pertanto l'acme termico si raggiunge nei mesi di Luglio e Agosto, mentre il minimo si verifica a Gennaio.
La Tabelle 4.2.1/B e 4.2.1/C sottostanti ed il grafico successivo in Fig. 4.2.1/D forniscono un quadro esaustivo delle variazioni termopluviometriche nel bacino idrografico del Fiume Coghinas.

Stazione		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale
Ardara 297 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	68,8	73,7	61,8	56,5	44,6	17,7	6	9	35,9	69,6	89,6	85,8	619
	Dev. Standard	39,9	48,4	37,8	42,3	34	17,3	12,1	13,8	30,6	48,3	47,6	51,3	137,4
Ozieri 390 m	*Num. osserv*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71

s.l.m.	*azioni*													
	Media	67,3	64,2	62,2	59,2	50,1	26,7	12,1	20,1	48,9	71,9	83,9	86,6	653,4
	Dev. Standard	37,6	42,7	35,4	33,8	37,2	31,2	25,2	23,3	39,1	48,2	47,3	45,4	140,7
Perfugas 91 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	73	75,9	57,4	57,2	40,6	18,6	4,6	13,8	37	73,6	86,8	85,1	623,8
	Dev. Standard	49,3	49,6	39,5	40,6	30,5	18,6	10,4	22,7	35,3	50	61,5	47	154,9
Ploaghe 420 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
	Media	91,8	92	72,5	62,6	49,1	24	8,3	12,6	50,9	88,3	105,3	113,4	770,8
	Dev. Standard	65,5	80,6	45,8	40,1	44	33,6	18,4	18,8	44,9	69,3	62,6	63,6	205,1

Tabella 4.2.1/B: pluviometria. Dati editi e inediti altezze di pioggia (mm), Medie mensili anni 1922-1992.

Stazione		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale
Ozieri 390 m s.l.m.	*Num. osservazioni*	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
	Media	7,7	8,1	10	12,2	16	20,3	24	24	20,8	16,1	11,7	8,5	15
	Dev. Standard	1,3	1,5	1,3	1,1	1,4	1,3	1,6	1,4	1,1	1,3	1,3	1,5	0,5

Tabella 4.2.1/C: termometria. Dati editi e inediti temperature (°C), Medie mensili anni 1924-1992.

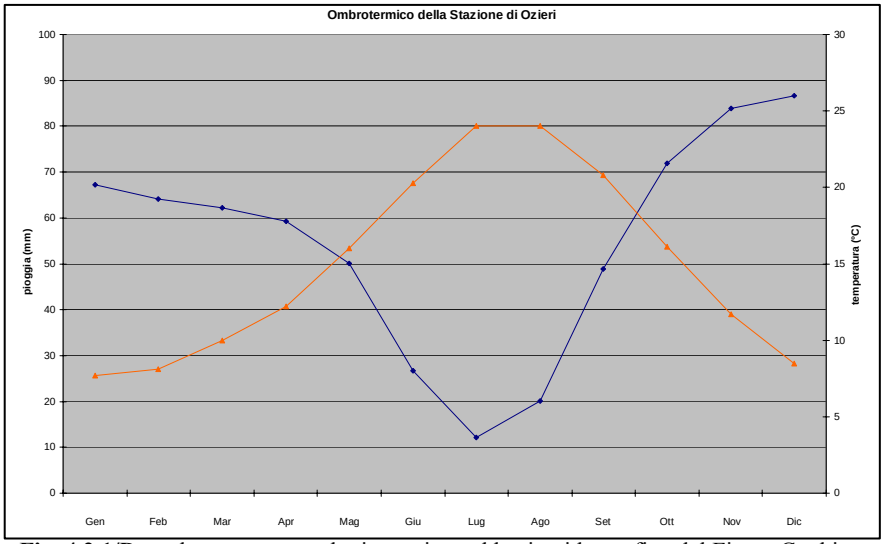


Fig. 4.2.1/D: andamento termopluviometrico nel bacino idrografico del Fiume Coghinas

Nel lago del Coghinas sfociano diversi corsi d'acqua, (del Riu Rizzolu De Sa Costa si è già detto), il più importante di essi è il Riu Mannu di Berchidda, che riceve i contributi, prima di immettersi nel lago, del Riu Mannu di Oschiri e del Riu Pedrosu.
A parte questi ultimi comunque, i torrenti che defluiscono nel lago sono corsi minori che drenano in totale una superficie di 150 km^2. Le rocce sulle quali è impostato il lago sono in prevalenza graniti e scisti, con permeabilità ridotta, e questo ha permesso un buon sviluppo del reticolo idrografico (la densità nell'area è di 4,02 km/km^2).

I corsi d'acqua che si distinguono sono il Riu di Tuia, che taglia l'omonimo paese, ed il Fosso Sos Laccheddos, che si unisce al Fosso Pedru Sauna, situati nel versante occidentale; mentre sul versante Nord-orientale Su Rizzolu De Curadore e, tralasciando il Riu Mannu di Oschiri, il Riu Bena De Carru, il Riu Pentuma ed il Riu Cuzi o Paulu De Carni.

4.2.2 Acque sotterranee

4.2.2.1 Idrogeologia

Le rocce di diversa natura che costituiscono il bacino del Fiume Coghinas ed i suoi sub bacini caratterizzano in maniera diversa la sua idrogeologia. Si possono distinguere diverse unità idrogeologiche, ciascuna delle quali corrisponde a requisiti di permeabilità diversi che variano da alta a nulla. Nella parte orientale del bacino, dove prevalgono le formazioni granitiche, le strutture acquifere sono esclusivamente legate a coltri sabbiose di modesta entità le cui falde freatiche sono perciò molto scarse sia per estensione che per potenzialità idrica. Nelle vulcaniti oligo-mioceniche, insistono acquiferi estremamente modesti, legati principalmente alle fratture presenti.
Gli acquiferi più importanti sono dovuti agli affioramenti alluvionali estesi sia alla destra che alla sinistra idrografica del Fiume Coghinas. In particolare, la piana di foce del Coghinas presenta una falda acquifera di subalveo, sostenuta dal basamento impermeabile formato dal complesso paleozoico ad Est e dalle vulcaniti terziarie ad Ovest. Su questo basamento poggiano le alluvioni antiche, recenti ed attuali, che costituiscono un rilevante bacino serbatoio, il cui livello freatico si innalza in funzione diretta delle variazioni del livello del fiume.
Di seguito si riportano i complessi acquiferi ed i litotipi che li costituiscono:
Acquiferi delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro. Ne fanno parte basalti, basaniti, trachibasalti, hawaiiti, andesiti basaltiche, trachiti, fonoliti e tefriti in cupole e colate con intercalazioni e coni di scorie e con livelli sedimentari fluviolacustri intercalati, rioliti, riodaciti e daciti in cupole e colate, con sporadici depositi piroclastici associati; filoni associati. Permeabilità complessiva per fessurazione da medio - bassa a bassa; localmente, in corrispondenza di facies fessurate, vescicolari e cavernose, permeabilità per fessurazione e subordinatamente per porosità medio-alta.

Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale. Vedi descrizione dell'Acquifero precedente.

Acquifero Detritico - Alluvionale Plio-Quaternario di Valledoria. Comprende sabbie marine, di spiaggia e dunari, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti; panchina tirreniana, travertini, calcari, detriti di falda, depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro - palustri, discariche minerarie. Permeabilità per porosità complessiva medio - bassa; localmente medio - alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

Acquiferi Detritico - Alluvionali Plio - Quaternari della Piana di Chilivani - Oschiri. Annoverano sabbie marine, di spiaggia e dunari, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti; panchina tirreniana, travertini, calcari; detriti di falda; depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro - palustri, discariche minerarie. Permeabilità per porosità complessiva medio - bassa; localmente medio - alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

Acquiferi Detritico - Carbonatici Oligo - Miocenici del Sassarese. Sono costituiti da calcari, calcareniti, arenarie marnose con subordinate marne e siltiti, conglomerati e arenarie, marne, marne arenacee e siltose, conglomerati a matrice argillosa con subordinate arenarie, calcareniti e sabbie, con locali intercalazioni tufacee; conglomerati, arenarie, marne, tufiti, calcari, di ambiente marino, conglomerati e arenarie con matrice generalmente argillosa, siltiti e argille, con locali intercalazioni di tufi e di calcari selciosi, di ambiente continentale. Permeabilità complessiva medio - bassa per

porosità; localmente medio - alta per porosità nei termini sabbioso-arenacei e per fessurazione e/o carsismo nei termini carbonatici.

Acquiferi delle Vulcaniti Oligo - Mioceniche della Sardegna Nord - Occidentale. Includono rioliti, riodaciti, daciti e subordinate comenditi in espandimenti ignimbritici, cupole di ristagno e rare colate, con associati prodotti piroclastici e talora livelli epiclastici; andesiti, andesiti basaltiche, basalti andesitici e rari basalti, talora brecciati, in cupole di ristagno e colate; gabbri, gabbronoriti in corpi ipoabissali e quarzodioriti porfiriche; filoni associati. 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.

4.2.2.2 Idrogeologia dell'area vasta

Come accennato in precedenza, l'area d'interesse ricade nel settore a Sud del lago del Coghinas e a NW dell'abitato di Ozieri, caratterizzata da un reticolo idrografico a bassa densità, con rari corsi d'acqua a regime torrentizio condizionati dalla variabilità litologica che si riflette sulle condizioni di permeabilità a loro volta legate allo sviluppo della fratturazione.
Nell'area vasta (Tavola 15 del SIA) si individuano cinque acquiferi, così come individuati dal P.T.A (Piano di Tutela delle Acque) per il bacino del Fiume Coghinas. In particolare gli acquiferi sono:

Acquifero Detritico-Carbonatico Quaternario. Questa unità si ritrova in due affioramenti localizzati lungo valli nel settore SW dell'area vasta. Si tratta di depositi di versante formati a spese delle vulcaniti affioranti nell'area limitrofa. La permeabilità per porosità è alta.

Acquiferi Detritico - Alluvionali Plio - Quaternari della Piana di Chilivani - Oschiri. Questa unità si estende diffusamente nel settore SW dell'area vasta. Si estende, per lo più, in aree pianeggianti o nei fondo valle. Si tratta di depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi. La Permeabilità per porosità complessiva medio – bassa dove la componente argillosa è molto elevata e medio - alta nei livelli a matrice più grossolana.

Acquiferi delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro. Questa unità, localizzata a SW dell'area vasta, è costituita da alcalibasalti debolmente porfirici. La Permeabilità complessiva per fessurazione è bassa; localmente media in corrispondenza delle aree con sistemi di fatturazione sviluppati.

Acquiferi Detritico - Carbonatici Oligo - Miocenici del Sassarese. Sono costituiti da sabbie quarzoso feldspatiche e conglomerati eterometrici di ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio con elementi del basamento paleozoico e di vulcaniti oligo-miocenche. Permeabilità per porosità è bassa.

Acquiferi delle Vulcaniti Oligo - Mioceniche della Sardegna Nord - Occidentale. Questa unità è l'unica presente sul settore N dell'area vasta. Si tratta di prodotti ignimbriti e piroclastiti di composizione riolitica, riodacitica e dacitica e talora livelli epiclastici. La Permeabilità per fessurazione complessiva medio - bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici) e più bassa in quelli meno fratturati e nei livelli piroclastici e epiclastici.

Le sorgenti sono poco numerose. Esse sono segnalate quasi sempre al contatto tra livelli a diversa permeabilità, hanno portata estremamente modesta, dipendente dal volume delle acque di drenaggio rilasciate dalle sovrastanti formazioni.

In particolare, l'area di concessione, ricade nell'acquifero delle vulcaniti oligo-mioceniche, e l'area di coltivazione interesserà un litotipo costituito da piroclastiti di flusso, debolmente saldate, pomiceo cineritiche, spesso argillificate, ricche in pomici a pl, san, bt, anf, qz; componente clastica poligenica ed eterometrica.

In Fig. 4.2.2.2/A si riportano, per ogni unità di permeabilità, i litotipi del substrato, il tipo di permeabilità (fratturazione e porosità) e il range di permeabilità (m/s). La scarsa permeabilità rende i suoli acquitrinosi in inverno ed aridi in estate. La permeabilità prevalente di tipo secondario (fessurazione) e subordinatamente di tipo primario (porosità), è evidenziata dalla presenza di manifestazioni sorgentizie in corrispondenza del contatto tra livelli a diversa permeabilità.

UNITÀ	LITOTIPI	PERMEABILITÀ
Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria	Sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti, detriti di falda	Permeabilità alta per porosità
Unità delle alluvioni Plio-quaternarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi	Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
Unità delle Vulcaniti Plio-pleistoceniche	Complesso intrusivo ercinico: leucograniti, monzograniti, granodioriti, tonaliti, gabbri, gabbro-tonaliti, granitoidi, filoni di porfidi riolitici, aplitici, pegmatitici, di quarzo e basaltici,	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente media in corrispondenza delle aree con sistemi di fratturazione sviluppati
Unità Detritico-Carbonatica Oligo-miocenica	Conglomerati e arenarie con matrice generalmente argillosa, siltiti e argille, con locali intercalazioni di tufi e di calcari selciosi, di ambiente continentale	Permeabilità per porosità bassa
Unità delle vulcaniti Oligo-mioceniche	Rioliti, riodaciti, daciti e subordinate comenditi in espandimenti ignimbritici, cupole di ristagno e rare colate, con associati prodotti piroclastici e talora livelli epicastici; andesiti,	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 dacitici

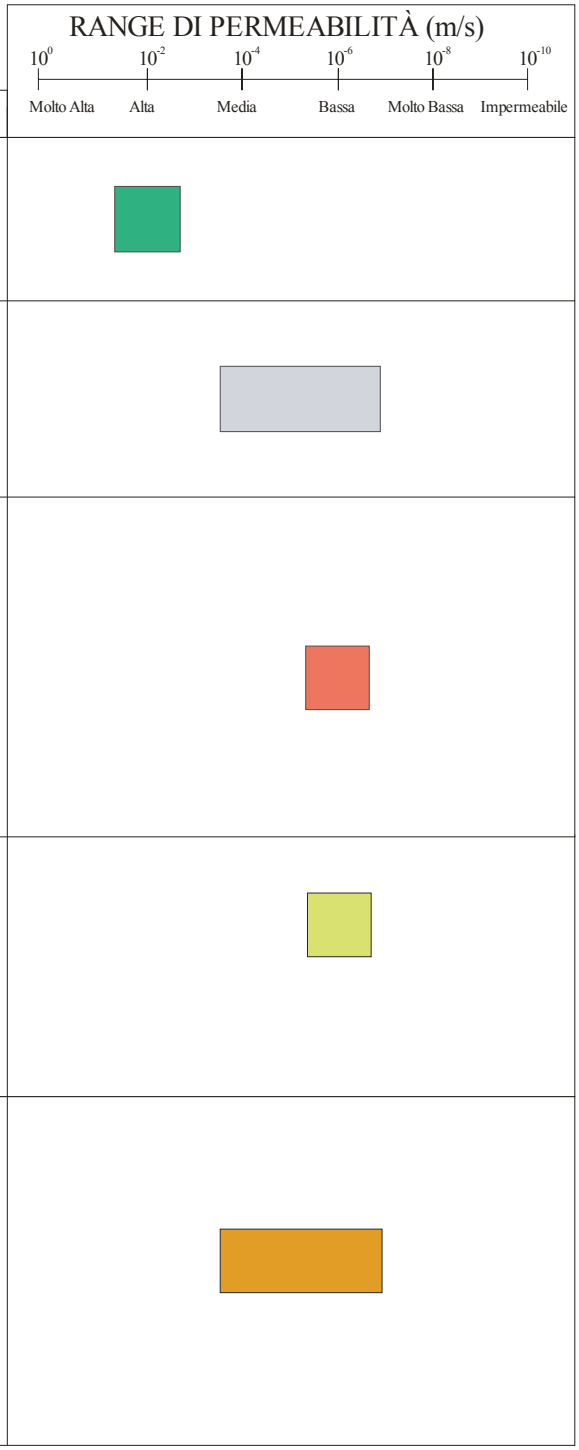


Fig. 4.2.2.2/A: sintesi delle unità idrogeologiche affioranti nell'area vasta

4.2.2.3 Manifestazioni sorgentizie

Nonostante la presenza di numerosissime scaturigini la quantità d'acqua che queste forniscono è scarsa e per gran parte di esse è influenzata dagli afflussi meteorici. Tuttavia esistono sorgenti che per le loro caratteristiche chimiche presentano un buon interesse commerciale, come Santa Lucia di Bonorva e la Fonte Rinaggiu di Tempio.

Nel primo tratto del Riu Mannu di Ozieri le emergenze più notevoli sono quella di Cabu Abbas, ubicata nel territorio di Torralba, con 9,30 l/s di portata che viene utilizzata dall'acquedotto di Chilivani, Funtana Nuraghe, usata come fonte, con 4,11 l/s, Funtana Riu Ena (0,70 l/s) e Funtana su Cantaru 'e Rebeccu (0,67 l/s).

L'acquedotto di Giave è stato per lungo tempo alimentato da Funtana 'e Giave di circa 0,50 1/sec Nel bacino del Riu Badu Pedrosu, si trovano Funtana Donna Antioga (0,83 1/sec) e Funtana Frailes (0,67 1/sec), mentre nel piccolo bacino del Riu Pizzinnu sono situate Funtana Majore di 2,90 1/sec e Binza De Cantaro di 1,11 1/sec utilizzata dal Comune di Bonnanaro.

Nel bacino del Riu Butule la sorgente più cospicua è quella denominata Buttivurru della portata di 2,00 1/sec che viene captata per l'acquedotto di Nughedu San Nicolo; seguono poi la sorgente Luchenes (0,58 1/sec) e Funtana Alipeddes (0,75 1/sec). Nella prima parte del Riu Butule, quella chiamata Riu Mannu, si trova Su Cantaru De Muronari con 1,67 1/sec

Nel bacino del Riu Su Rizzolu alcune scaturigini da segnalare sono Funtana Pentuma e Conzados Bezzo rispettivamente di 1,43 e 1,41 1/sec.

Nel territorio del Comune dì Ardara, la sorgente Regos e Filigone ha una portata di 6,00 1/sec ed è l'emergenza più abbondante del bacino del Riu Su Rizzolu. Nel territorio del Comune di Mores viene captata per l'acquedotto Funtana Padru di 0,70 1/sec.

Nel bacino del Riu di Monte Nieddu, affluente di destra del Riu Mannu di Ozieri, Funtana Sa Idda contribuisce anch'essa con 0,89 1/sec all'approvvigionamento di Nughedu San Nicolo; nello stesso bacino sono da citare le sorgenti, Càlches con 1,00 1/sec, Binza e Cheja di 0,50 1/sec, Crepos di 0,67 1/sec, ma soprattutto quella di Sa Cherra di 4,00 1/sec.

Più a valle, nel segmento iniziale del Riu Rizzolu (da non confondere con il precedente, Su Rizzolu) si trova Su Cantaro Laros 'e Pala De Figu, 0,75 1/sec, captata dall'acquedotto di Ploaghe.

Il bacino del Riu Mannu di Oschiri, nel tratto iniziale del corso d'acqua, non ospita manifestazioni sorgentizie rilevanti. Nel Riu S'Ena e nel Riu Molimi le sorgenti sono numerose ma le portate maggiori sono date dai 0,31 1/sec di Funtana Sant'Ambrogio 'e Sos Arestes nel primo e dai 0,44 1/sec. di Funtana Nurchetta nel secondo. Nel Riu Mannu di Pattada si evidenzia Funtana Su Trainu 'e S'Ena che fuoriesce dal versante meridionale del Monte Lerno con una portata di 1,39 1/sec e viene immessa nell'acquedotto di Pattada. Nel bacino del Riu Fustes Alvos, affluente di destra del Rio di Oschiri, la sorgente Sa Pedrosa con 0,50 1/sec è l'emergenza di maggiore portata. Nel ramo principale del rio si trovano la sorgente Ena de S'Abba di 0,61 1/sec, Badu Funtana di 0,63 1/sec e Cantaru de Sa Frina di 0,82 1/sec; buone portate mostrano pure le *funtane* Marini (0,48 1/sec) e Badde Conca (0,42 1/sec.).

Nell'alto corso del Riu di Berchidda, e precisamente nel Comune di Monti, le sorgenti Cuccuru Edre (1,00 1/sec), Funtana Manna (0,80 1/sec) e Funtana de Su Pridiru (1,50 1/sec), vengono utilizzate come fonti pubbliche; più a valle la sorgente Sas Luzzanas ha una portata di 0,61 1/sec.

Nel bacino del Riu Su Rizzolu de Curadore, una volta affluente di destra del Coghinas, oggi diretto tributario del lago, sono ubicate le due emergenze de Lu Pulcili con portate di 2,18 e 0,97 1/sec che unitamente alle sorgenti di Framigheddu (0,41 e 1,35 1/sec) vengono captate per l'acquedotto che rifornisce Tempio Pausania. Nella stessa area si trovano le sorgenti Alzilonghi (0,63 1/sec), S'Ampulla (0,62 1/sec), Minda dell'Alzitetti (0,68 1/sec), Sa Pitraja (0,72 1/sec), Sa Tuva (0,73 1/sec), Su Jali Fiaccato (1,32 1/sec).

Sull'asta principale del Coghinas, utilizzata come acquedotto di servizio degli impianti idroelettrici, è situata la Funtana S'Ea Bedda con 0,79 1/sec.

Nel bacino del Riu Badu Mesina è da citare Minda Su Tattaresu, una delle tre emergenze con questo nome, di 0,58 1/sec di portata.

Nel bacino del Riu Puddina le *funtane* Su Cantaru e I Laccheddi forniscono entrambe 0,501/sec, Piga Giuseppe 0,72 1/sec.

La sorgente l'Ea Bianca, 0,50 1/sec, defluisce direttamente nel Coghinas.

Il bacino del Riu Altana, ultimo affluente di sinistra del Fiume Coghinas, è sede di numerose scaturigini di qualche importanza: Funtana Altea 1,13 1/sec, Funtana Putida 0,50 1/sec, Funtana Santa Giusta 0,50 1/sec., Funtana Mureddu 0,83 1/sec.
Nei bacini dei piccoli affluenti del Riu Altana si trovano le sorgenti Rosa con 0,61 1/sec, Funtana Iscarmeddu 1,10 1/sec, Ponte Fioru 0,90 1/sec, Funtana Ispada e Funtana Pedrosa, entrambe con 1 1/sec. di portata. La Funtana Noa, anch'essa 1 1/sec, veniva utilizzata come lavatoio pubblico nell'abitato di Chiaramonti ed infine le due emergenze denominate Acquedotto Martis (0,85 1/sec) e Acquedotto Laerru (0,77 1/sec) fornivano l'approvvigionamento idrico nei due paesi.
Ancora nel bacino del Riu Altana, più esattamente nell'area di drenaggio del Riu L'Aridda, la Funtana Su Sartu alimentava con 0,93 1/sec l'acquedotto di Sedini e la sorgente Acquedotto di Perfugas, 1,25 1/sec l'omonimo acquedotto; la sorgente Su Coloni di 4,90 1/sec è invece adibita ad uso irriguo; ma la maggiore emergenza di questo settore è Sa Ena Manna con ben 20,35 1/sec di portata, che un tempo azionava un mulino, mentre in epoca più recente è rimasta inutilizzata.
Un altro affluente del Riu Altana, il Riu Anzos comprende nel proprio bacino la Funtana Binza 'e Maniga, di 0,40 1/sec adibita a fonte, come pure la Fonte Niedda di 1,25 1/s.
Defluiscono infine nel bacino del Riu Balbara Farro, già prossimo alla foce del Coghinas, la Funtana S'Ua Bianca, 1,00 1/s e la Funtana Su Adu 0,50 1/s, usate per abbeverare il bestiame nell'agro di Aggius. Un discorso a parte merita la Fonte di Rinaggiu, ubicata alla periferia di Tempio Pausania, rinomata in tutta l'isola per le sue presunte proprietà terapeutiche. L'acquifero è costituito dai graniti diffusi in tutta l'area e caratterizzati da una discreta permeabilità per fessurazione. Le portate non sono abbondanti (è questo il principale motivo che a tutt'oggi ha impedito uno sfruttamento su vasta scala) e variano nelle stagioni pur conservando una buona costanza nel tempo. Nel periodo invernale hanno un valore medio di 0,600 1/s mentre durante l'estate la portata media si aggira sui 0,300 1/sec Non distante dalla sorgente di Rinaggiu, altre sorgenti presentano caratteristiche di chimismo e di portata pressoché identiche. Le analisi della sorgente riportate nella Tabella sono quelle eseguite nel 1967 presso l'Istituto d'Igiene della Facoltà di Medicina dell'Università di Sassari, allora diretta dal Professor Carlo Bo.

T (°C)	pH	Residuo Fisso a 105°C (g/1)	Durezza Tot °F	$CaCO_3$ (g/l)	SO_3 (g/1)
11,6	5,9	0,210	5	0,0240	0,0672

Tabella 4.2.2.3/A: caratteristiche fisico chimiche della fonte di Rinaggiu

Alcune delle sopraelencate sorgenti sono state captate per l'approvvigionamento idrico dei centri abitati come, per esempio, Postos Alvos che veniva utilizzata come fonte pubblica nell'abitato di Villanova Monteleone, Sas Benas che rifornisce gli acquedotti di Bonorva e Giave, Funtana Su Banzu Mannu che viene usata dall'acquedotto di Sindia, Funtana Silanos che provvede all'acquedotto di Bonorva.

4.2.2.4 Manifestazioni termali

Tra le emergenze termali è stata inserita la sorgente di Santa Lucia di Bonorva; benché la temperatura rilevata sia di soli 20°C, il chimismo dell'acqua evidenzia una notevole presenza di silice e di trizio che fanno sospettare, come per le sorgenti di San Martino (Ploaghe), accomunate da un chimismo a bicarbonati alcalini ed elevati tenori di anidride carbonica libera, un'origine profonda e lunghi tempi di circolazione.
La portata della sorgente di Santa Lucia, conosciuta anche come Acqua Sansa, ha una portata di poco maggiore a 0,10 1/sec, ma è già da tempo commercializzata e molto apprezzata come acqua da tavola.
Nel bacino del Fiume Coghinas, allo sbocco nella piana di Valledoria sulla sponda sinistra del corso d'acqua, si ha la risalienza, in vari punti, di acque calde con temperature comprese tra i 65 ed i 75 °C. La portata complessiva di queste sorgenti, che sono quelle a più elevata temperatura conosciute in Sardegna, si è stimata in 15-20 1/sec. Le emergenze di Casteldoria sono allineate lungo la grande faglia di Santa Maria Coghinas, che verosimilmente costituisce la via di risalita delle acque, e per

maggior precisione all'incrocio di questa dislocazione di direzione E-W con altre lineazioni che attraversano il granito con orientamento N-S. Il chimismo delle acque, caratterizzato da una salinità elevata, circa 5 g/1, e da una prevalenza di cloruri alcalini ed alcalino- terrosi, si è mantenuto costante in un periodo superiore ai cento anni.

4.2.3 Caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque superficiali

- Individuazione dei centri di pericolo potenziale

Nel bacino idrografico del Fiume Coghinas il principale centro di pericolo potenziale è rappresentato dall'insediamento industriale di Chilivani–Ozieri, Zona di'Interesse Regionale (ZIR) occupa un'area di circa 157 ettari, con un grado di utilizzo del 31%, all'interno dei quali trovano spazio prevalentemente attività di "Industrie alimentari e delle bevande" (58%), "Fabbricazione di altri mezzi di trasporto" (18%), "Costruzioni" (14%). Si deve inoltre segnalare la presenza in agro del Comune di Ozieri di una discarica autorizzata di rifiuti solidi urbani. Ai fini del presente studio di impatto ambientale, in Tabella 4.2.3/A si riporta l'elenco delle discariche ubicate a monte idrografico dell'area del cantiere.

Codice Istat	Comune	Prov	Località	X	Y
90005	Ardara	SS	Pianu S'Elighiu (S'Elighiu)	1483217	4494990
90011	Bonnanaro	SS	Arcanu (Sorroi)	1481797	4487040
90013	Bonorva	SS	Corona Pinta (Muzzolu)	1481217	4474920
90024	Cheremule	SS	Monte Cuccuruddu	1476697	4483320
90030	Giave	SS	San Cosimo	1479767	4477440
90042	Mores	SS	Montigiu Mannu	1483447	4488880
90052	Ozieri	SS	Monte Cordianu (Coldianu)	1497897	4491290
90057	Ploaghe	SS	Funtana Su Cantaru	1478467	4501140
90073	Torralba	SS	P. Tulde (Bucca e Porcu)	1481907	4484680

Tabella 4.2.3/A: discariche ubicate a monte idrografico

Carichi prodotti da fonte puntuale

- Carichi di origine civile

Il carico civile potenziale è stato calcolato per ogni insediamento abitativo previsto dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA), tenendo conto delle modifiche apportate dal Programma Stralcio ex art. 141, comma 4, della Legge n. 388/2000 e dal Piano d'Ambito.
I carichi prodotti da ciascun insediamento sono stati valutati in termini di produzione annuale di BOD_5, COD, azoto (N) e fosforo (P). I dati sulla popolazione residente sono quelli relativi all'ultimo Censimento ISTAT del 2001 recentemente pubblicati (Marzo 2005) disaggregati a livello di località abitata. Per quanto riguarda invece i dati sulla popolazione fluttuante, non essendo disponibili dati più recenti, si sono utilizzati quelli provenienti dal menzionato Programma Stralcio ex art. 141, comma 4, della Legge n. 388/2000.
I carichi potenziali di origine civile per i centri urbani che appartengono alla U.I.O. del Coghinas, sono riportati in Tabella 4.2.3/B.

PRRA	Insediamento	Prov	Fluttuanti 1998	Residenti 2001	BOD_5	COD	N	P
102	Ardara	SS	0	847	18,55	34,01	2,97	0,46
103_01	Nughedu San Nicolò	SS	0	1017	22,27	40,83	3,56	0,56
103_02	Ozieri	SS	59	8024	177,02	324,53	28,32	4,43

103_03	Ozieri "Sos Ortos"	SS	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
103_04	Ozieri "Badde Aini"	SS	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
103_05	Ozieri "Calamone"	SS	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
103_06	Aggl. Ind. Chilivani	SS	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
103_07	Chilivani (Ozieri)	SS	0	368	8,06	14,78	1,29	0,20
103_08	San Nicola (Ozieri)	SS	0	1627	35,63	65,32	5,70	0,89
116_01	Bonnanaro	SS	0	1127	24,68	45,25	3,95	0,62
116_02	Borutta	SS	0	318	6,96	12,77	1,11	0,17
116_03	Torralba	SS	0	1022	22,38	41,03	3,58	0,56
117	MORES	SS	0	2074	45,42	83,27	7,27	1,14
118	ITTIREDDU	SS	0	586	12,83	23,53	2,05	0,32
119	COSSOINE	SS	0	982	21,51	39,43	3,44	0,54
120	GIAVE	SS	0	692	15,15	27,78	2,42	0,38
121	REBECCU (Bonorva)	SS	0	60	1,31	2,41	0,21	0,03

Tabella 4.2.3/B: carichi potenziali di origine civile della U.I.O. del Coghinas

- Carichi di origine industriale

I carichi potenziali di origine industriale per i centri urbani che appartengono alla U.I.O. del Coghinas, calcolati seguendo i criteri descritti al Capitolo 6 della Relazione Generale, sono riportati in Tabella. Si può notare come il contributo più rilevante sia dato dai comuni di Ozieri, Berchidda, Chiaramonti e Pattada. Le attività prevalenti sono comunque legate alla trasformazione dei prodotti agroalimentari (carni, latte, bevande). Ai fini del presente studio di impatto ambientale, in Tabella 4.2.3/C si riporta l'elenco delle discariche ubicate a monte idrografico dell'area del cantiere.

ISTAT	COMUNE	BOD5	COD	N	P	ATTIVITÀ PRODUTTIVE PRINCIPALI
90005	ARDARA	60,97	149,67	16,28	1,20	produzione di altri prodotti alimentari, fabbricazione di elementi da costruzione in metallo, produzione, lavorazione e conservazione di carne e di prodotti a base di carne, commercio
90011	BONNANARO	29,86	74,72	7,79	0,45	produzione di altri prodotti alimentari, industria delle bevande, preparazione e concia del cuoio
90015	BORUTTA	7,54	23,08	3,48	0,46	preparazione e concia del cuoio, costruzioni
90027	COSSOINE	12,56	30,79	3,72	0,18	produzione di altri prodotti alimentari, preparazione e filatura di fibre tessili, lavorazione delle granaglie e di prodotti amidacei, commercio
90030	GIAVE	7,34	20,76	2,31	1,00	produzione di altri prodotti alimentari, preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di elementi da costruzione in metallo
90032	ITTIREDDU	16,45	40,08	4,25	0,20	produzione di altri prodotti alimentari, commercio
90042	MORES	29,24	70,50	7,96	4,96	produzione di altri prodotti alimentari, industria lattiero-casearia e dei gelati, produzione di oli e grassi vegetali e animali
90044	NUGHEDU SAN NICOLO'	33,33	81,29	8,57	0,42	produzione di altri prodotti alimentari
90052	OZIERI	258,51	661,71	116,01	1,05	produzione, lavorazione e conservazione di carne e di prodotti a base di carne, fabbricazione
90073	TORRALBA	33,60	81,58	8,60	0,24	produzione di altri prodotti alimentari, costruzioni
Totale	1948	4794	553	15		

Tabella 4.2.3/C: carichi potenziali di origine industriale della U.I.O. del Coghinas

- Carichi prodotti da fonte diffusa

Carichi di origine agricola

Per quanto concerne i carichi potenziali di origine agricola si riportano i dati relativi a tutti i comuni che si trovano a monte del settore idrografico di interesse.

ISTAT	COMUNE	% Superficie comunale appartenente U.I.O.	Superficie (km^2)	SAU (ha) - V Cens. ISTAT. 2001						Carichi potenziali (ton/anno)	
				CEREALI	FRUTTA	OLIVO	ORTIVA	PRATI	VITE	P	Ntot.
90004	Anela	48,90%	36,8	40,00	5,06	16,69	2,13	780,69	3,66	12.58	18.89
90005	Ardara	100,00%	38,1	318,64	4,09	2,24	2,94	1486,70	9,50	56.3	96.51
90010	Bessude	2,19%	26,7	1,50	2,46	35,96	2,26	1136,19	8,35	0.71	1.02
90011	Bonnaro	96,82%	21,8	201,80	40,81	109,98	5,17	672,58	157,94	34.33	79.1
90012	Bono	36,66%	74,5	793,22	10,16	106,82	11,92	4441,47	100,90	61.86	106.84
90013	Bonorva	76,21%	149,7	406,34	22,39	34,10	16,30	11104,09	32,85	266.47	380.11
90015	Borutta	87,35%	4,7	37,63	5,56	30,98	1,40	249,64	13,42	8.93	16.97
90016	Bottida	30,83%	33,6	0,20	1,30	33,69	12,61	1045,27	53,73	10.58	16.24
90020	Burgos	49,19%	18	228,00	0,01	8,00	3,46	1783,00	31,60	30.63	49.4
90024	Cheremule	71,59%	24,2	125,06	1,55	20,75	3,10	746,19	16,79	20.11	34.56
90027	Cossoine	26,04%	39	60,50	7,49	8,19	4,21	1686,17	30,12	14.05	20.62
90028	Esploratu	32%	18,3	62,07	1,02	32,33	4,85	800,86	15,41	8.88	14.24
90030	Giave	67,24%	47	176,01	6,20	11,67	5,89	1778,81	66,00	41.35	66.82
90031	Illorai	28,46%	57,1	87,00	6,00	73,47	3,40	1562,25	19,05	14.81	23.17
90032	Ittireddu	100,00%	23,7	120,50	0,70	2,83	3,07	1650,56	12,32	54.24	81.25
90042	Mores	100,00%	94,9	715,80	12,14	172,41	8,38	2639,41	65,19	111.56	211.28
90044	Nughedu San Nicolò	100,00%	68,1	4,00	17,73	4,03	13,34	1984,28	17,60	61.43	85.55
90052	Ozieri	100,00%	246	1621,75	19,76	51,36	49,78	9083,92	62,26	335.25	561.52
90057	Ploaghe	55,43%	96,2	1082,13	24,03	57,39	11,05	4077,37	53,80	90.41	163.63
90068	Siligo	31,91%	43,5	635,41	11,08	110,35	27,52	1073,06	47,20	19.34	42.77
90073	Torralba	100,00%	36,7	498,74	7,90	48,65	2,51	1504,32	50,47	65.46	126.36
90087	Coghinas	100,00%	22,5	140,90	3,00	0,00	192,00	553,33	12,87	31.49	62.29
90090	Padru	6,08%	158,4	2,00	2,80	1,65	4,49	2159,68	55,97	3.98	5.59
91010	Bolotana	25,06%	108,4	163,66	15,06	384,88	9,63	6125,20	51,66	50.77	77.85
Totale				7522,86	228,3	1358,42	401,41	60125,04	988,66	1405,52	2342,58

Tabella 4.2.3/D: carichi potenziali prodotti da fonte diffusa della U.I.O. del Coghinas

4.3 Suolo e sottosuolo

4.3.1 Geologia dell'area del Goceano - Logudoro

Il settore su cui insiste l'area de cantiere ricade a cavallo delle subregione del Logudoro e del Goceano. La prima si estende da Mores, a Sud, fino a Ploaghe a Nord e ad Ovest fino a Florinas, nell'area morfologicamente più regolare del settore meridionale della Sardegna Nord-occidentale; la seconda confina a settentrione col Monte acuto, a levante con la Barbagia di Bitti e col Dore, ad austro col Marghine ed a ponente col Costavalle e col Cabuabbas. La geologia e la stratigrafia dell'area vasta è caratterizzata da affioramenti di litotipi differenti tra loro per genesi, composizione e per età. In

generale la geologia può essere, a partire da quelle più antiche, cioè dal basso verso l'alto, così suddivisa:
Complesso metamorfico Pre-ordoviciano;
Complesso metamorfico vulcano sedimentario dell'Ordoviciano;
Scisti Siluriani;
Complesso metamorfico ercinico;
Complesso intrusivo ercinico;
Complesso continentale dell'Oligocene;
Ciclo vulcanico calcoalcalino oligo-miocenico;
Complesso sedimentario miocenico;
Complesso vulcanico Plio-Pleistocenico;
Sedimenti quaternari

- Complesso Metamorfico Pre-Ordoviciano
Nella Catena del Goceano sono presenti litoligie terrigene (metarenarie, metapeliti) Pre-ordoviciano medio (Cambriano-Ordoviciano inf.) formatisi durante il cosiddetto ciclo caledonico. Questi metasedimenti, che oggi risultano metamorfosati per l'orogenesi Caledoniana ed Ercinica, sono costituiti principalmente da metamorfiti della zona a muscovite e clorite, di basso grado metamorfico. Si tratta di alternanze da decimetriche a metriche di metarenarie micacee e quarziti, filladi e metasiltiti scure. Verso il contatto con l'unità soprastante (metavulcaniti dell'arco magmatico) si nota un microconglomerato ad elementi di quarzite. Fanno parte di questo complesso le formazioni terrigene che rientrano nella cosiddetta "Unità di Ozieri".

- Successione Vulcano Sedimentaria dell'Ordoviciano
La presenza dell'arco magmatico è testimoniata, nella Catena del Goceano, dalle Formazioni di Serra Tonnai, di Manixeddu e di M.te Corte Cerbos, che nel complesso rientrano nella cosiddetta "successione vulcano-sedimentaria ordoviciana delle falde esterne della Barbagia" (essendo presenti soprattutto in quest'area, e solo marginalmente nel Goceano). La successione non è ovunque completa; in particolare, tra i prodotti del rimaneggiamento di vulcaniti acide (F. di Manixeddu) e le vulcaniti a chimismo intermedio (F. di Serra Tonnai) esistono spesso passaggi laterali rapidi o ripetute alternanze a tutte le scale.
La Formazione di Monte Corte Cerbos è costituita da originarie vulcaniti acide da afiriche a sub-afiriche, di composizione da riolitica a dacitica, di colore bianco-giallastro e verdastro. Sono presenti rari fenocristalli millimetrici di quarzo, feldspato alcalino (microclino) e plagioclasio albitico, immersi in una matrice costituita da quarzo e feldspato microcristallino, con subordinata sericite. Lo spessore può superare il centinaio di metri, anche se solitamente è minore.
La Formazione di Manixeddu presenta una potente successione di metaepiclastiti, derivati metamorfici di prodotti rimaneggiati di originarie rocce effusive ed esplosive acide. In genere si tratta di metarenarie vulcaniche e metaconglomerati. Lo spessore supera i 700 m, ma di solito è assai meno potente.
La Formazione di Serra Tonnai comprende metatufiti, metagrovacche vulcaniche ed orizzonti di metavulcaniti grigio-scure di composizione da basaltica ad andesitica.
Queste vulcaniti rappresentano nel Goceano un'eccezione, dato che la zona a falde interne è in generale molto povera di prodotti vulcanici ordoviciani.

- Complesso Metamorfico Ercinico
Questo complesso è riconducibile ai movimenti tettonici nell'ordoviciano medio che hanno portato ad una temporanea emersione di una porzione del margine Gondwaniano sul quale si trovava la Sardegna. i movimenti, dovuti allo sviluppo di un arco magmatico calcalcalino sullo stesso margine di Gondwana, sono da mettere in relazione con l'orogenesi Caledoniana che ha interessato l'Europa centro-settentrionale soprattutto nel Siluriano. La Sardegna è stata interessata solo marginalmente da questi movimenti tettonici che, pur essendo di tipo compressivo, non hanno avuto intensità tale da provocare forti piegamenti o stress nelle litologie formatisi e depositatisi fino ad allora.

- Ciclo Sedimentario Ercinico

Successivamente all'orogenesi Caledoniana si ha una fase trasgressiva marina ("trasgressione caradociana") dovuta al collasso dell'arco magmatico, e quindi all'abbassamento della crosta terrestre per isostasia. I sedimenti terrigeni, da continentali a litorali, sono successivamente metamorfosati dall'orogenesi Ercinica. Contemporaneamente alla fase di deposizione che, nel complesso, prende il nome di "Ciclo Sedimentario Ercinico" si ha un magmatismo basico alcalino, con intercalazione di basalti d'intraplacca e filoni, legato a processi distensivi della crosta, che perdura fino alla fine dell'Ordoviciano superiore. Per circa 100 milioni di anni, a partire dal Siluriano inferiore, cessa ogni attività magmatica ed inizia un intervallo di pura sedimentazione pelagica, tipico di una situazione di "margine passivo" lungo il continente di Gondwana, che perdura per tutto il Siluriano fino al Devoniano inferiore. Litologie terrigene e carbonatiche sono presenti nella catena del Goceano in una porzione molto limitata nei pressi della foresta di Burgos. Si tratta di metaconglomerati, metarcose, metasiltiti e metagrovacche fossilifere e secondariamente metacalcareniti e metacalcari fossiliferi spesso silicizzati. I depositi detritici grossolani alla base della successione, che indicano la persistenza di zone emerse in smantellamento, verso l'alto, passano a metasedimenti, costituiti per lo più da metasiltiti più o meno carbonatiche, contenenti caratteristiche associazioni bentoniche; superiormente la presenza di metacalcari indica l'instaurarsi di un dominio francamente marino. Le datazioni, sulla base del contenuto fossilifero, indicano un'età compresa tra Caradoc ed Ashgill. È possibile che la trasgressione sul substrato vulcanico si sia realizzata in un arco di tempo relativamente lungo e che questa facies, che indica l'instaurarsi di un ambiente marino ormai relativamente lontano da terre emerse, sia eterocrona.

- Complesso intrusivo Ercinico

L'evento geologico più importante che ha visto coinvolto la Sardegna è l'orogenesi Ercinica, causata dallo scontro tra le placche "paleo-europea" (Armorica, a Nord) e "paleo-africana" (Gondwana, a Sud). L'evento ha avuto inizio nel Carbonifero medio, per cessare all'inizio del Carbonifero superiore. La "Sardegna", trovandosi sul margine di Gondwana, viene coinvolta pienamente in questa orogenesi. Le litologie subiscono dunque intensi stress, piegamenti e sovrascorrimenti che portano alla formazione delle attuali falde di ricoprimento, che caratterizzano l'intera parte orientale dell'isola, dalla linea Posada-Asinara fino al Sarrabus e - oltre la fossa del Campidano - nell'Arburese. Con la fine della fase collisionale Ercinica ha inizio una fase estensionale, a cui si accompagna un intenso plutonismo e vulcanismo che perdura fino al Permiano inferiore, testimoniata dalla messa in posto di graniti, dioriti, gabbri e derivati.

- Leucograniti Equigranulari, Granodioriti Equigranulari e Inequigranulari

A NE di Ozieri, in una vasta area che comprende i Monti di Alà, si rinvengono leucograniti equigranulari che rientrano nel cosiddetto Complesso plutonico del Carbonifero superiore-Permiano. Questi graniti, datati da 289±1 a 274±9 Ma, si caratterizzano per l'omogeneità composizionale e per la tessitura debolmente orientata o quasi isotropa. La direzione predominante va da N-S a NE-SW. Nel Monte Lerno (NE di Pattada) sono anche segnalati leucograniti a facies inequigranulari, granitoidi a tendenza leucocrata inequigranulare a cui il quarzo globulare conferisce aspetto tendenzialmente porfirico; la massa di fondo microcristallina presenta inoltre fenocristalli subedrali di K-feldspato, e la biotite è presente in proporzioni modali non superiori al 5%. Più a Sud, ad Est della Catena del Goceano, sono presenti granodioriti equigranulari dello stesso periodo, caratterizzate da una grana variabile da medio-grossa a medio-fine, tessitura equigranulare e moderata isorientazione magmatica, evidenziata da isorientazione delle biotiti e degli inclusi microgranulari femici. In questi graniti la biotite è presente, in dimensioni di circa 2 mm, in proporzioni modali fino al 15%, il quarzo in proporzioni fino al 20%. Granodioriti inequigranulari affiorano invece a SE dell'abitato di Benetutti. Queste sono caratterizzate da grana da media a medio-fine e presenza di fenocristalli di K-feldspato pluricentimetrici a distribuzione disomogenea. L'isorientazione della biotite e del K-feldspato, insieme alla presenza di numerosi inclusi femici, permette di marcare con precisione l'orientazione del flusso

magmatico. Sporadicamente è presente anfibolo verde tra le fasi femiche. La biotite è presente in proporzioni modali intorno al 15-20%.

- Granodioriti Tonalitiche, Gabbri e Masse Gabbro-tonalitiche, Tonaliti, Granitoidi a Cordierite e Granitoidi Foliati

A SE di Pattada (M.te Unturzu) e subito a Sud di Bultei sono presenti granodioriti tonalitiche a grana medio-grossolana per la presenza sporadica di cristalli di K-feldspato di colore bianco-rosato, dimensioni pluricentrimetiche e inclusioni pecilitiche di biotite. L'orientazione del flusso magmatico è ben evidenziata sia dalla biotite che dai fenocristalli di K-feldspato, che dagli inclusi femici. La biotite cristallizza spesso in aggregati policristallini a contorno di minerali sialici; è presente in proporzioni modali intorno al 20%. A NNW di Osidda è presente un affioramento molto limitato di gabbri e masse gabbro-tonalitiche. Si tratta di litologie molto rare all'interno del batolite sardo-corso, che costituiscono corpi di piccole dimensioni in genere inglobati in plutoniti più acide che presentano stratificazione da cumulo e associazione con termini a composizione da dioritica a tonalitica. In una vasta aerea a ENE di Ozieri, sono presenti le tonaliti del bordo occidentale del batolite (dal Goceano alla Barbagia, al Mandrolisai) che hanno carattere granodioritico, grana media e sono moderatamente inequigranulari. Presentano, inoltre, evidente anisotropia tessiturale marcata dall'allineamento di tutti i minerali e degli abbondanti inclusi microgranulari scuri di composizione dioritico-tonalitica. La biotite è presente in proporzioni modali fino al 25%; spesso risulta associata ad un anfibolo verde in quantità modale fino al 5%. Gli affioramenti di granitoidi foliati post-ercinici in Sardegna sono molto limitati e si sviluppano prevalentemente nelle Baronie. Le litologie di questo tipo presenti nel Goceano, localizzate subito ad Ovest dell'abitato di Ozieri (NE del Nuraghe Iannas), hanno i caratteri tipici delle tonaliti e delle granodioriti tonalitiche con tessitura fortemente orientata marcata dall'isorientazione della biotite e da nastri di quarzo e feldspati. Al loro interno sono presenti enclave biotitici fortemente appiattiti secondo il piano di foliazione.

- Depositi continentali Oligocene

Se il Mesozoico è per la Sardegna un'era relativamente "tranquilla", priva di fasi tettoniche importanti, lo stesso non si può dire del Cenozoico. Durante il Terziario, infatti, l'isola viene interessata da importanti avvenimenti tettonici e magmatici legati in particolare a fenomeni orogenetici alpini ed appenninici. Questi eventi coinvolgono la Sardegna marginalmente, ma sensibilmente, con la formazione di piegamenti blandi, fratture, magmatismo e vulcanismo.

- Dal Paleocene all'Oligocene Superiore

Nella prima parte del Cenozoico si verificano una serie di trasgressioni-regressioni, cui si accompagnano altrettante sommersioni-emersioni dal mare, che culminano con un lungo momento di regressione che va dall'Eocene medio a tutto l'Oligocene (le prime formazioni marine post-Eocene, anche se limitate, sono relative all'Oligocene superiore), fino al Miocene inferiore (Aquitaniano). La successione sedimentaria di questo periodo regressivo è contemporanea ad una varietà di prodotti effusivi ed esplosivi con composizione da basaltico-andesitica a riolitica, che testimoniano un'imponente attività vulcanica calcalcalina ("ciclo vulcanico calcalcalino Oligo-Miocenico"). Il complesso vulcano-sedimentario di questo periodo, che nel complesso prende il nome di "1°" ciclo sedimentario post-eocenico", è parzialmente associato ad una tettonica trascorrente NE-SW, generalmente sinistra, che rappresenta per la Sardegna la più importante fase compressiva dopo l'orogenesi Ercinica. In base ad alcuni studi recenti si mette oggi in relazione questa tettonica trascorrente, e il vulcanismo ad essa associato, con l'*orogenesi Appenninica*, causata dallo scontro fra le placche Adria (o "Apula": un promontorio, verso Nord, della zolla africana) e Sud-europea. Con la collisione si producono deformazioni e piegamenti nel retropaese sardo-corso: mentre, tuttavia, la Corsica viene interessata pienamente da falde di ricoprimento, la Sardegna, situata più all'esterno, non viene interessata dalle falde ma solo da fratturazioni sottoforma di faglie trascorrenti (generalmente sinistre), transpressioni, transtensioni, *flower-structure* e bacini di *pull-apart*. Altre teorie mettono invece in relazione in qualche modo la regressione post-Eocene medio con la fase Pirenaica.

- Bacino Chilivani-Berchidda

Tra Chilivani e Berchidda, quindi nell'area di Ozieri, sono presenti depositi clastici continentali sintettonici connessi con il sistema di faglie trascorrenti oligo-mioceniche. Questi depositi sono molto evidenti nella Sardegna centro-settentrionale ed affiorano sia lungo le fasce transpressive della Sardegna orientale che, più ad Ovest, in corrispondenza di bacini transtensivi localizzati lungo le stesse fasce trascorrenti. I sedimenti sono rappresentati soprattutto da brecce, conglomerati ed arenarie direttamente poggianti sul basamento ercinico. Nei livelli basali i clasti derivano esclusivamente da formazioni paleozoiche, senza elementi di rocce vulcaniche terziarie. Le facies prossimali, lungo i bordi del bacino, sono rappresentate da brecce poco classate, in giacitura caotica e con blocchi anche di notevoli dimensioni. Le facies più distali sono invece rappresentate da livelli di conglomerati elaborati ed arenarie stratificate, riferibili ad ambienti di fan subacqueo. Verso l'alto queste sequenze sono spesso alternate a prodotti vulcanici calcalcalini e a formazioni di ambiente lacustre. Gli spessori sono di norma elevati (rispetto alla larghezza dei bacini) e, assieme alle formazioni vulcaniche e a quelle lacustri, superano i 200-300 m. I depositi lacustri presentano spessore molto variabile e contengono abbondanti resti fossili, tra cui molluschi d'acqua dolce, ostracodi, alghe e abbondanti resti vegetali (conifere, angiosperme) talora silicizzati. Eccezionalmente sono stati rinvenuti in questi depositi anche anfibi e vertebrati. L'età di questi depositi è compresa tra l'Oligocene superiore e il Burdigaliano inferiore. Gli affioramenti del bacino di Chilivani-Berchidda sono localizzati in particolare a SW del lago Coghinas, nei pressi del nuraghe Burghidu (conglomerati poligenici continentali) e nei dintorni di Oschiri, in particolare a NE e a ESE dell'abitato (depositi lacustri).

- Ciclo Vulcanico Calcoalcalino Oligo-miocenico

L'attività vulcanica del periodo oligo-miocenico è testimoniata in Sardegna dalla presenza di rioliti, andesiti e filoni presenti soprattutto nel quadrante centrale e Nord occidentale dell'isola, secondariamente nel Sulcis. Nell'area oggetto di studio queste litologie sono presenti in particolare nel settore Nord-occidentale, da Ozieri a Chiaramonti, e in quello Sud occidentale, da M.te Zuighe a M.te Abile. Si tratta di prodotti vulcanici di composizione da intermedia ad acida (rioliti) che rientrano nella cosiddetta "serie ignimbritica" (Auct.). Sono altresì presenti, in un'area limitata nei dintorni di P.ta Cuguttada (Sud di Mores) prodotti vulcanici di composizione da basica ad intermedia (andesiti) che rientrano nella "Serie Andesitica" (Auct.). Solitamente, all'interno della successione vulcanica dell'Oligo-Miocene, le litologie più basiche prevalgono nella parte basale della successione, mentre quelle più acide nella parte sommitale. Nel complesso, rioliti ed andesiti dell'area del Goceano-Logudoro e Marghine affiorano in una potente successione direttamente poggiante sul basamento paleozoico e su depositi clastici continentali del Terziario, e superiormente limitata da sedimenti marini miocenici del Burdigaliano superiore. Le datazioni della parte inferiore e superiore della successione indicano rispettivamente 21,8 ± 1,1 e 21,6 ± 1,1 Ma, per cui un breve periodo di messa in posto dei prodotti vulcanici. A P.ta Cuguttada la parte bassa della successione ignimbritico-piroclastica poggia su di un complesso andesitico ed è molto simile alla parte più alta della successione di Macomer, mentre la parte alta presenta analogie con la base della successione osservabile a Mores, nel Logudoro. Qui l'unità più bassa è formata da flussi piroclastici pomiceo-cineritici che passano verso l'alto a piroclastiti leggermente saldate, ricoperte in discordanza da depositi lacustri e conglomeratico-sabbiosi ("Lacustre superiore" e "Sabbie inferiori" Auct.) che rappresentano la base del ciclo sedimentario del Miocene inferiore-medio (2° ciclo sedimentario miocenico).

- Complesso sedimentario del Miocene

All'inizio del Miocene buona parte del territorio dell'isola è nuovamente sommerso dal mare. Tale trasgressione è messa in relazione con una tettonica distensiva che a sua volta, secondo alcuni autori, è collegata con il collasso gravitativo del cuneo orogenico costituito da Corsica e Appennino settentrionale (fase estensionale dell'orogenesi Appenninica). Questa tettonica distensiva porterà, nel Burdigaliano, al distacco del blocco sardo-corso dalla Provenza (margine europeo) e quindi all'apertura del Bacino delle Baleari. In seguito a questo distacco la Sardegna inizierà una rotazione di 40-45° che la porterà ad assumere una direzione N-S, rispetto alla precedente NE–SW. Con l'apertura

del Bacino delle Baleari si sviluppano anche una serie di fosse tettoniche con andamento sub-meridiano che dal Golfo di Cagliari arrivano fino al Golfo dell'Asinara ("Fossa Sarda"). In quest'area, a partire dal Burdigaliano superiore fino al Serravalliano inferiore, il vulcanismo oligo-miocenico è sostituito da una sedimentazione silicoclastica e carbonatica di ambiente marino che rappresenta il 2° ciclo sedimentario miocenico. Le litologie presenti nel settore in esame, per le loro caratteristiche, possono essere posizionate alla base della successione miocenica relativa al secondo ciclo sedimentario. Si tratta di sedimenti continentali e transizionali affioranti nei dintorni di Mores e Chilivani e a Nord di Oschiri, noti in letteratura come "Sabbie inferiori", aventi uno spessore che può arrivare a un centinaio di metri. Verso l'alto i depositi silicoclastici e carbonatici, prevalentemente di ambiente marino, che affiorano nei dintorni di Mores sono tipici della trasgressione burdigaliana; in alcuni casi questi sedimenti marini poggiano direttamente sul substrato vulcanico oligo-miocenico costituito da ignimbriti e subordinate andesiti. L'ingressione marina è marcata da arenarie e calciruditi ad ostree talora con lenti argillose, da conglomerati ad ostree con cemento calcareo e manganesifero, con elementi di basamento paleozoico e di vulcaniti cenozoiche, che nel complesso indicano ambienti litorali o lagunari. Gli spessori sono modesti (qualche metro). Al di sopra di questi depositi marini vi sono le testimonianze della presenza di una piattaforma carbonatica, che arriva normalmente ad una decina di metri di spessore, costituita da calcari bioermali e biostromali, marnosi o arenacei, da calcareniti e biocalcareniti, che risultano ricchi di alghe calcaree (in particolare *Lithothamnium*), coralli, molluschi, echinidi e foraminiferi bentonici. Le associazioni fossilifere indicano ambienti da litorali a neritici, mentre dall'analisi delle litofacies indica che l'impostazione della piattaforma era limitata alla sommità dei blocchi basculati, con rapidi cambiamenti laterali di facies. L'età dei carbonati, sulla base del contenuto fossilifero e dei rapporti stratigrafici, può essere riferita al Burdigaliano superiore – Langhiano inferiore. Lateralmente e superiormente ai calcari di piattaforma, a Nord di Mores, affiorano estesamente depositi marnosi e marnoso-arenacei, talora torbiditici, con spessore che può arrivare al centinaio di metri. I fossili, presenti in abbondanza, sono soprattutto foraminiferi planctonici e bentonici, nannoplancton calcareo, pteropodi ed echinidi che hanno permesso di datare i sedimenti ad un periodo compreso tra il Burdigaliano superiore e il Langhiano inferiore. La pulsazione regressiva (fase di emersione) del Serravalliano è testimoniata – sempre nell'area della Fossa Sarda - da depositi di sabbie ed arenarie. Lo hiatus sedimentario tuttavia è breve e probabilmente maggiore nella Sardegna settentrionale, dove è marcato anche da una discordanza angolare. La successiva trasgressione del Tortoniano che perdura fino al Messiniano (3° ciclo sedimentario ercinico) ha inizio con depositi carbonatici di mare basso. Durante il terzo ciclo sedimentario miocenico l'attività tettonica è testimoniata, sia a Sud che a Nord dell'isola, da vistosi *slumping*, locali emersioni, frequenti faglie minori sin-sedimentarie, brecce e discordanze intraformazionali. In questo ambito, in alcune aree nella Sardegna Settentrionale, sono presenti depositi continentali del Miocene superiore, generalmente rappresentati da conglomerati ed arenarie. Questi depositi nell'area di Ozieri, a S - SE del lago Coghinas, sono di ambiente alluvionale con i caratteri tipici degli *alluvial fan*, dominati da *mud flow* che danno origine a conglomerati fango-sostenuti. Sono anche presenti facies tipicamente fluviali, con conglomerati clasto-sostenuti a matrice arenacea, che presentano i caratteri tipici di piane di tipo *braided*. Alla fine del Miocene superiore (Messiniano) a causa di importanti movimenti tettonici si verifica la chiusura dello Stretto di Gibilterra, che porterà al prosciugamento del Mar Mediterraneo. In Sardegna ha dunque inizio una nuova fase di regressione, generalizzata, che perdura fino all'inizio del Pliocene. Nel Pliocene inferiore, con la riapertura dello stretto, il mare ritorna ad invadere il Mediterraneo e a circondare la Sardegna. Dal punto di vista geodinamico, il Pliocene è dominato da una tettonica distensiva che si manifesta nell'isola con sistemi di faglie, per lo più dirette, che ricalcano spesso le vecchie fratture tardo erciniche, e con sviluppo di strutture *horst – graben*. In seguito a questa tettonica distensiva si sviluppa all'interno della Fossa Sarda il *Graben* del Campidano, che va dal Golfo di Cagliari al Golfo di Oristano. Associato a questa tettonica si ha un nuovo importante ciclo vulcanico, alcalino, di intraplacca (*rifting*) prevalentemente basaltico ma anche con termini acidi. Ad Ittireddu, a Nord di Ardara, a Ovest di P.ta Cuguttada e a Nord della Foresta Burgos affiorano basalti da alcalini ad alcalini-transizionali riferibili al ciclo vulcanico plio-pleistocenico. Questi basalti nel Logudoro si presentano sotto forma di colate, piccoli scudi e accumuli derivati da un'attività tipo *fontana di lava* o

debolmente esplosiva (coni di scorie). I termini più rappresentativi sono alcali e trachibasalti, hawaiti e basaniti.

- Complesso vulcanico plio-pleistocenico
Sono rappresentate dagli espandimenti basaltici s.l. del Logudoro. In particolare si tratta di successioni di flussi lavici variabili per composizione e affinità seriale (alcalina, transizionale e subalcalina). Pur rappresentando complessi vulcanici riconducibili ad un'unità di paesaggio piuttosto omogenea, in letteratura sono state cartografate e studiate differenti episodi magmatici classificati su base chimica e petrografica (Beccaluva et al.,1981).
I caratteri giaciturali di tali vulcaniti plio-pleistoceniche riflettono un'attività essenzialmente fissurale, legata a direttrici tettoniche con orientazione variabile da sub-meridiana a NE-SW, lungo le quali si allineano colate di modeste dimensioni associate a piccoli coni di scorie (Logudoro).

- Depositi Plio-pleistocenici
Il Quaternario è rappresentato in gran parte da depositi in facies continentale, datati in base ai rapporti con i depositi marini. I depositi dell'Olocene sono soprattutto ghiaie e sabbie di fondovalle, delle piane alluvionali. Nell'area di Ozieri questi depositi sono localizzati in particolare lungo alcuni fiumi locali: ad Ovest di Chilivani, più a Nord, tra gli affioramenti di vulcaniti ologo-mioceniche, tra gli abitati di Oschiri e Berchidda (lungo il Riu Mannu, Riu Mannu Oschiri, Riu Rizzolu, Riu Mudeialvu) e a SW nei pressi di Bonorva (Riu S. Lucia).

4.3.2 Geologia e stratigrafia dell'area vasta

Nella geologia dell'area vasta ritroviamo le successioni più giovani della stratigrafia del Goceano-Logudoro. Dalla Carta geologica, Tavola 4 del SIA, si evince che l'area vasta si può suddividere in due settori principali: a Nord sono presenti più unità facenti parte della successione vulcanica Oligo-miocenica, con al loro interno un affioramento circoscritto del complesso vulcanico Plio-pleistocenico, mentre nella fascia inferiore ritroviamo la successione sedimentaria oligo-miocenica. I depositi olocenici sono presenti per lo più nella fascia a S dove ritroviamo anche l'area morfologicamente più depressa.
Dai terreni più antichi a quelli più recenti la stratigrafia può essere così schematizzata.

- Successione vulcano-sedimentaria Oligo-Mioceniche
In tutta l'area vasta affiorano in una potente successione direttamente poggiante sul basamento paleozoico e su depositi clastici continentali del Terziario, e superiormente limitata da sedimenti marini miocenici del Burdigaliano sup. (non affioranti).
Nell'area vasta la successione ha età che va dall'Aquitaniano al Burdigagliano.
La sequenza Vulcanica nell'area vasta, è costituita da:
Unità di Osilo: lave andesitiche in cupole e colate porfiriche per la presenza di fenocristalli di plagioclasi anfiboli e pirosseni;
Unità di monte Mura: piroclastiti di flusso saldate, riolitiche a tessitura eutaxitica a pl±san±anf con porzioni basali intensamente vescicolate e vetrose;
Unità di san Leonardo. Alternanza di flussi piroclastici saldati e debolmente saldati, a chimismo da dacitico a riolitico, con strutture da eutassitiche a vitroclastiche, talora ricchi in litici poligenici.
Unità di Logulentu: depositi di flusso piroclastico pomiceocineritici saldati di colore da rossastro con tessitura macroeutaxitica;
Unità di Chilivani: ignimbrite riolitica pomiceo-cineritica con spessori che variano da 10 a 100 m. Macroscopicamente, mostra caratteri omogenei, colore solitamente biancastro e grado di saldatura medio-basso. Le pomici di colore biancastro e di dimensioni comprese tra 1 mm e 25 cm, hanno una distribuzione caotica. La componente litica è costituita essenzialmente da frammenti di ignimbrite saldata, di andesite e subordinatamente, da clasti del basamento paleozoico.
La successione Sedimentaria è rappresentata dalla sola Formazione di Oppia Nuova: conglomerati ad elementi provenienti dal basamento paleozoico e subordinatamente da coperture vulcaniche antiche immersi in una matrice rossiccia di tipo argilloso (Miocene inf.).

In discordanza stratigrafica sulle coperture vulcano-sedimentarie dell'Oligo-miocene si rinvengono le lave basaltiche del Plio-pleistocene e i depositi continentali clastici dell'Olocene.

- Complesso vulcanico plio-pleistocenico
Basalti del Logudoro-Subunità di Punta Sos Pianos: alcalibasalti debolmente porfirici per fenocristalli do ol, pl, cpx, generalmente olocristallini, con xenoliti quarzosi (pleistocene medio-sup?).

- Depositi olocenici
Depositi di versante: detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati;
Coltri pluvio-colluviali: detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti;
Depositi alluvionali.

4.3.3 Geologia e stratigrafia del sito

I litotipi affioranti nel settore delimitato dai confini della concessione sono limitati alla successione vulcano-sedimentaria oligo-miocenica ed ai depositi olocenici.
Dai terreni più antichi a quelli più recenti la stratigrafia può essere così schematizzata:

- Successione vulcano-sedimentaria Oligo-Mioceniche
Unità di monte Mura: piroclastiti di flusso saldate, riolitiche a tessitura eutaxitica a pl±san±anf con porzioni basali intensamente vescicolate e vetrose;
Unità di san Leonardo. Alternanza di flussi piroclastici saldati e debolmente saldati, a chimismo da dacitico a riolitico, con strutture da eutassitiche a vitroclastiche, talora ricchi in litici poligenici.
Unità di Logulentu: depositi di flusso piroclastico pomiceocineritici saldati di colore da rossastro con tessitura macroeutaxitica;
Unità di Chilivani: ignimbrite riolitica pomiceo-cineritica con spessori che variano da 10 a 100 m. Macroscopicamente, mostra caratteri omogenei, colore solitamente biancastro e grado di saldatura medio-basso. Le pomici di colore biancastro e di dimensioni comprese tra 1 mm e 25 cm, hanno una distribuzione caotica. La componente litica è costituita essenzialmente da frammenti di ignimbrite saldata, di andesite e subordinatamente, da clasti del basamento paleozoico.
In particolare la porzione più superficiale di questa unità, limitatamente all'area che sarà interessata dalla coltivazione, sono presenti livelli alterati ad elevato contenuto di minerali argillosi tipo smectiti.

- Depositi olocenici
Detrito di versante: detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati.

4.3.4 Tettonica dell'area vasta

Il quadro evolutivo degli eventi geodinamici reca le sue prime testimonianze sin dal Paleozoico. Numerosi dati paleomagnetici e paleogeografici sostengono la chiusura di un bacino oceanico durante l'orogenesi ercinica che separava le due placche litosferiche di Armorica e Gondwana.
Nella letteratura geologica relativa alla zonizzazione ercinica della Sardegna, la porzione di territorio studiato fa parte del "Complesso di Medio e Basso Grado" della "Zona Assiale" della catena ercinica della Sardegna, caratterizzato da complesse strutture deformative e metamorfismo di media e bassa intensità.
A differenza di altri distretti appartenenti al medesimo Complesso (es. la Nurra) qui non sono possibili ricostruzioni stratigrafiche, compaiono micascisti, e paragneiss a Grt ± Bt ± Ky. Le metamorfici sono essenzialmente di natura pelitico – arenacea; sono sporadici gli affioramenti di rocce carbonatiche, di lenti di anfiboliti, quarziti e di modesti *stocks* di granitoidi deformati a composizione variabile.
La sequenza dei processi deformativi del Complesso è riassumibile in quattro fasi di intensità ed importanza regionale delle quali le prime tre sono rilevabili nell'U.I.O. del Coghinas.
La prima fase è deducibile esclusivamente da osservazioni al microscopio ed è rappresentata da *inclusion trails* all'interno di plagioclasio, granato e staurolite.

La seconda fase ha generato pieghe isoclinali con associata scistosità di piano assiale pervasiva.
La terza fase è associata a pieghe mesoscopiche, sovente asimmetriche, con piano assiale ad inclinazione variabile e ad assi orientati in un intervallo compreso tra N120E e N180E con immersione verso i quadranti occidentali.
I primi movimenti tettonici di una certa importanza in cui è stata coinvolta la piattaforma carbonatica mesozoica della Sardegna iniziano alla fine del Cretacico inferiore (Fase austriaca). Questa fase è testimoniata da una discordanza angolare di importanza regionale, osservabile, a scala cartografica, tra i terreni del Cretacico superiore e quelli sottostanti, che vanno dal (?)Triassico (in Anglona) fino al Cretacico inferiore. Strutture tettoniche riferibili a questa fase sono segnalate solo nella Nurra.
Nella Sardegna Nord orientale sono note ormai da tempo strutture trascorrenti caratterizzate da due principali sistemi di faglie ai quali localmente si associano strutture transpressive e bacini di *pull apart*. Il primo sistema è diretto NE – SW con rigetti sinistri, mentre il secondo è diretto E- W con rigetti destri. Il bacino di Chilivani – Berchidda, alle spalle del lago del Coghinas, mostra un *pattern* di strutture (pieghe, faglie sinsedimentarie dirette, faglie trascorrenti inverse e dirette) coerenti con un regime trascorrente sinistro. Il Bacino è colmato da depositi vulcano – sedimentarî sintettonici di età compresa tra l'Oligocene medio – superiore e l'Aquitaniano.
Con il Burdigaliano nell'Isola si instaura un radicale cambiamento del regime deformativo che da trascorrente diventa distensivo. Il basamento paleozoico viene suddiviso in due *horst*, uno occidentale ed uno orientale, in seguito alla formazione della "Fossa Sarda".
L'apertura della fossa tettonica, che si estende per tutta la Sardegna, dal Golfo di Cagliari all'Asinara per una larghezza media di 40 km, fu seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica. La subsidenza fu attiva per lungo periodo, tanto da permettere l'ingressione del mare miocenico testimoniata da coltri di sedimenti potenti oltre un migliaio di metri. I bordi del graben sono marcati da lineazioni tettoniche di direzione variabile da N-S a NW-SE a NE-SW. La distinzione tra le strutture trascorrenti oligo-aquitaniane ed i depositi associati dalle strutture distensive ed i relativi sedimenti è facilitata dal fatto che le faglie dei due eventi hanno direzioni fortemente differenti (E – W la prima fase, NNW – SSE la seconda).
In particolare nell'area vasta ritroviamo tutti e due i sistemi di faglie, circa ortogonali tra loro, che interessano l'area di concessione.

4.3.5 Sismicità

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" affida alle Regioni l'individuazione, la formazione e l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche dando in questo modo attuazione al D. Lgs. 112/1998 ed in particolare agli articoli 93 e 94 che determinano la ripartizione tra Stato e Regioni delle competenze in materia di riduzione del rischio sismico. L'Ordinanza, allineando il sistema normativo per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei (EC8), ha consentito una significativa razionalizzazione del processo di individuazione delle zone sismiche. L'allegato 1 dell'Ordinanza stabilisce che le zone sismiche vengono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo (amax) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La coincidenza fra il numero di categorie del precedente sistema ("classificazione sismica") e il numero di zone previste dall'Ordinanza non deve incoraggiare a stabilire un parallelismo eccessivo fra mappe relative a sistemi che sottendono livelli di protezione sismica differenti. Basti ricordare ad esempio che la quarta categoria precedente non richiedeva alcun intervento antisismico, mentre la quarta zona attuale lo richiede, sia pure in modo semplificato. La cronistoria della classificazione sismica del territorio italiano nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC). Nella classificazione 2003 la sismicità è definita mediante quattro zone, numerate da 1 a 4 in ordine crescente di pericolosità:

Zona 1: È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Comprende 708 comuni.
Zona 2: Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti. Comprende 2.345 comuni.
Zona 3: i Comuni ricadenti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti. Comprende 1.560 comuni.
Zona 4: È la meno pericolosa. Nei comuni compresi in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse. Comprende 3.488 comuni.

Il DM 14 settembre 2005 prescrive, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, "*la necessità di valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studî specifici di risposta sismica locale*". Qualora essi non fossero disponibili può essere utilizzata la classificazione "*basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media Cu*". La classificazione, adottata secondo i criterî sopra definiti, consente di individuare cinque categorie di suoli di fondazione:
A: formazioni litoidi o suoli litoidi omogenei molto rigidi *caratterizzati da valori VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5m.*
B: depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, *con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media Cu > 250 kPa).*
C: depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, *con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < Cu < 250 kPa).*
D: depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, *caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s (NSPT < 15, Cu < 70 kPa).*
E: profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, *con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800 m/s.*
Ai fini della suddivisione del territorio italiano sono state istituite quattro zone sismiche contraddistinte da differenti valori del parametro ag (accelerazione orizzontale massima rilevata su un suolo di categoria A). I valori di ag sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g e si riferiscono ad una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Le zone ed i corrispondenti valori di ag che le definiscono sono riassunti nella Tabella seguente:

Zona	ag
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05

Tabella 4.3.5/A: classificazione delle zone Sismiche del territorio italiano

Le prime tre zone possono avere ulteriori suddivisioni al loro interno intervallate da valori di a_g intermedi con *step* non inferiore a 0,025g. La corrispondenza fra le diverse definizioni succedutesi nel tempo è riportata di seguito, in Tabella 4.3.5/B.

DM 14/09/2005	Classificazione 2003	GdL 1998	Decreti fino al 1984
1	zona 1	prima categoria	S = 12
2	zona 2	seconda categoria	S = 9
3	zona 3	terza categoria	S = 6
4	zona 4	NC	Non classificato

Tabella 4.3.5/B: classificazione delle zone sismiche dal 1984 ad oggi

La mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, edita dall' Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, è riportata qui di seguito, nella Fig. 4.3.5/C. Da essa si evince che l'intero territorio isolano è inserito nella classe 4 del DM 14 settembre 2005, dunque la pericolosità sismica dell'area oggetto della presente relazione, come riportato anche nella Tabella 4.3.5/D sottostante, è estremamente bassa.

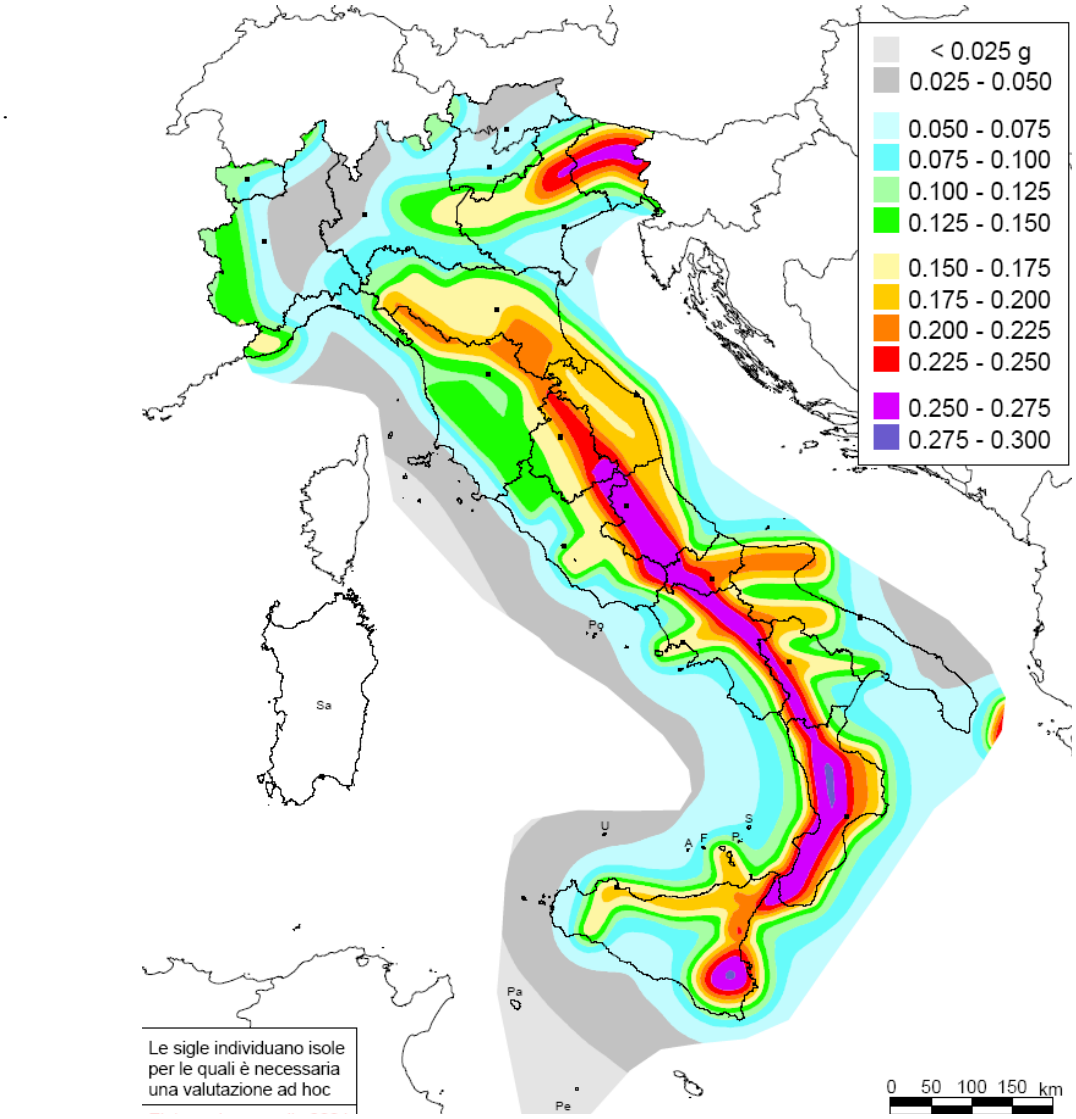


Figura 4.3.5/C: mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale

Codice Istat 2001	Denominazione	Decreto Ministeriale 14 settembre 2005	Zona ai sensi dell'OPCM 3274 20 marzo 2003	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1998)
090052	Ozieri	4	4	NC	NC

Tabella 4.3.5/D: sismicità della zona in esame

Per quanto concerne la normativa regionale, il DGR 15/31 del 30 marzo 2004 stabilisce di recepire, in via transitoria, la classificazione sismica dei Comuni sardi secondo quanto riportato nell'allegato A dell'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 in cui tutti i comuni isolani sono inseriti in zona 4, inoltre, si conviene di non introdurre per detti Comuni la normativa antisismica.

4.3.6 Geomorfologia

4.3.6.1 Geomorfologia dell'area vasta

La morfologia dell'area vasta è il risultato dell'opera di svariati processi esogeni ed endogeni variamente intercorrelati. Il paesaggio si contraddistingue per le morfologie tabulari (*mesas*) o debolmente inclinate (*cuestas*) delle assise sedimentarie o dei depositi vulcanici interrotti da depositi di versante, meandri fluviali, terrazzi fluviali e, naturalmente l'impronta delle attività umane stratificatesi nei secoli.

- Morfologie vulcaniche

L'attività effusiva nel settore è rappresentata principalmente dalla successione vulcanica Oligo-miocenica, e da un limitato espandimento di basalto. La morfologia dell'area interessata dalle vulcaniti, richiama il meccanismo di messa in posto di tali depositi, per lo più tabulari e dallo spessore costante. Infatti le superfici sub pianeggianti e debolmente inclinate sono interrotte da valli dovute sia a processi esogeni che endogeni. Tale successione è stata incisa da corsi d'acqua e da ruscellamento superficiale mostrando anche una morfologia che non è quella attuale attraverso la presenza di selle. I processi endogeni sono rappresentati da faglie che talvolta portano a giorno le unità sottostanti e creano dislivelli resi meno evidenti da processi gravitativi formando detrito di versante.

- Morfologia della rete idrografica

Dal punto di vista geomorfologico, le superfici sub pianeggianti e ondulate separate da incisioni fluviali, seguono l'andamento delle principali linee tettoniche e sono il risultato dell'azione congiunta dei processi di alterazione chimica e meccanica ad opera degli agenti atmosferici, e di dilavamento ad opera delle acque superficiali.
L'intera morfologia fluviale è legata al Rio Mannu di Ozieri e dei suoi affluenti che sono presenti nell'area vasta. Questi ultimi si presentano con reticolo idrografico dendritico con caratteristiche vallecole a "V" che solo in corrispondenza delle aree pianeggianti tendono a diventare prima valli a conca e poi ad avere un fondo piatto. Gli impluvi sono spesso interrotti dalla presenza di laghetti artificiali per l'approvvigionamento idrico a supporto delle attività agricole e dell'allevamento, ed in particolare nei mesi estivi.

- Morfologia dei versanti e delle valli

Le forme dei rilievi sono conseguenti sia a processi erosivi fluviali che al condizionamento litologico – strutturale imputabile alla presenza importante di bancate di espandimenti piroclastici.
Nel suo complesso il settore in studio si denota per le morfologie tabulari a cui si affiancano quelle inclinate, solcate da valli fluviali e strutturali, lungo le quali si addensa la vegetazione perché in esse permane maggiormente l'umidità ed il suolo è più profondo, che non creano mai eccessivi dislivelli e sui versanti non si attuano repentine variazioni di pendenza.
Le valli sono generalmente ampie in prossimità dell'area pianeggiante impostata sulla successione sedimentaria costituita da sabbie e conglomerati, su cui ritroviamo depositi alluvionali che tendono ad addolcire la morfologia.
Il modellamento dei versanti, con il ruscellamento diffuso e la pedogenesi dei sedimenti oligo-miocenici, talvolta facilmente alterabili, maschera spesso gli affioramenti rocciosi.

- Morfologie antropiche

L'impronta dell'uomo nel paesaggio emerge dalla presenza di muretti a secco che si snoda in tutto il territorio suddividendolo in appezzamenti di disparate dimensioni e forme geometriche. Alla rete idrografica naturale sussistono canalizzazioni artificiali necessarie alla ripartizione delle acque per i differenti utilizzi. Per esigenze zootecniche durante le stagioni siccitose sono stati dislocati numerosi invasi di piccole dimensioni che si sono rivelati adatti anche alle esigenze di sopravvivenza dell'avifauna. L'attività dei cavatori ha avuto i suoi influssi morfologici sul paesaggio ed è evidenziata dalle scarpate artificiali, alte mediamente circa 5 m, che insistono in alcune località come nei pressi della chiesa di Sant'Antioco di Bisarcio.

L'irrazionale abbattimento dei boschi o il loro incendio per far posto a pascoli e colture ne ha ridotto notevolmente l'estensione o li ha fatti scomparire del tutto lasciando spazio alle specie erbacee ed all'azione degli agenti erosivi. Le tecniche di aratura variano da luogo a luogo, in particolare, nelle aree soggette a bonifica, è in uso il sistema a ritocchino al fine di non creare ostacoli al naturale deflusso delle acque ed evitare l'allagamento dei terreni.
Nell'insieme, questi interventi hanno apportato alterazioni del microclima zona ed hanno esposto più ampie superfici all'azione degli agenti esogeni ai quali si contrappone, mitigandone gli effetti, la scarsa acclività dei versanti, tanto che il territorio non è considerato a rischio di desertificazione.
Gli accorgimenti in uso per la prevenzione di fenomeni erosivi consistono nell'inserimento di capofossi e strisce di vegetazione lungo i margini dei campi. Queste strisce non solo sono benefiche per la flora nativa, ma migliorano il paesaggio di questa località.

4.3.6.2 Geomorfologia del sito

L'assetto morfologico attuale della zona in esame, collina, è determinato principalmente dal modellamento fluviale e, in secondo luogo, da contrasti di competenza tra rocce di diversa origine e dai condizionamenti della tettonica ai quali occorre aggiungere l'immancabile pressione antropica.

- Morfologia della rete idrografica
La rete idrografica, caratterizzata da corsi d'acqua effimeri e da ruscellamento superficiale che hanno generato poche incisioni vallive di lieve entità, è influenzata dalla morfologia a conca che si ritrova al centro del settore. Nell'area è presente una sorgente denominata "Funtana su Laccheddu", emergenza dovuta probabilmente alla presenza di una faglia.

- Morfologia dei versanti
Partendo dall'estremità più orientale, l'area degrada dolcemente verso Ovest fino alla zona di faglia orientata N-S in cui si ha un aumento di quote che culmina in un alto morfologico delimitato a N-W da Monte Pittu (488 m) e a S-W da Monte Cheja (407 m). Anche procedendo verso Nord si ha un aumento del rilievo dovuto alla presenza di faglie. Questo pendio, costituito da detrito di versante, nella parte bassa ha pendenza minima che poi va ad aumentare.
Non si rilevano processi franosi in atto o quiescenti, mentre sono attive la pedogenesi ed il ruscellamento diffuso.

- Morfologie antropiche
La pressione antropica si esplica su gran parte dell'area. L'idrografia, piegata alle esigenze dei comparti agricolo e zootecnico, ha subito gli effetti degli interventi di sistemazione idraulica conseguenti gli interventi di bonifica che hanno portato al totale recupero delle aree ai fini insediativi e produttivi, attraverso piccoli canali e un laghetto artificiale. Agli spazi aperti dell'agricoltura si contrappongono gli spazi chiusi, segmentati da muretti a secco. Alla geometria poligonale dei campi si sovrappone la linearità della fitta rete di strade rurali di accesso alle proprietà e la rete viaria di raccordo con i principali centri del Nord Sardegna rappresentati da Sassari ed Olbia.
La "naturalità" dei luoghi è relegata alle zone più acclivi dove comunque è spesso praticato il pascolo.

4.3.7 Pedologia

4.3.7.1 Pedologia del goceano

L'area dell'impianto, localizzato nella regione a margine della Piana di Chilivani – Oschiri (Goceano, subregione Logudoro), da un punto di vista pedologico comprende le sei unità di seguito descritte:

Rock outcrop, Lithic Xerothents. Subordinati: Xerochrepts. Substrato costituito da rocce effusive basiche pliopleistoceniche e dai relativi depositi di versante e colluviali. I suoli, permeabili, sono poco

profondi, hanno tessitura franco – argillosa con struttura poliedrica subangolare. L'unità è tipica degli altopiani basaltici con morfologie da ondulate a subpianeggianti ove a tratti più o meno ampî gli affioramenti rocciosi si alternano a suoli a profilo A – R, a profondità modesta. Esistono comunque piccole superfici ove il suolo è più profondo e con profilo A – Bw – C. L'erodibilità è bassa.

Rock outcrop, Lithic e Typic Xerorthents, Lithic e Typic Rhodoxeralfs. Subordinati: Xerofluvents. Substrato costituito da calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati miocenici. I suoli, permeabili, sono da poco a mediamente profondi, hanno tessitura da franco – sabbioso – argillosa ad argillosa con struttura poliedrica subangolare ed angolare. L'unità è diffusa su forme da aspre a subpianeggianti dei calcari e delle calcareniti. I suoli sono caratterizzati da profili A – C e A – Bt – C. In alcuni ambienti la particolare natura del substrato, oggetto di processi carsici, fa si che nelle aree interessate da suoli tipo Lithic e Typic Rhodoxeralfs si possa assistere a brusche variazioni della profondità del suolo (tasche). L'erodibilità varia da modesta ad alta.

Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Xerochrepts, Typic Rhodoxeralfs. Subordinati: Rock outcrop, Arents, Xerofluvents. Substrato costituito da calcari organogeni, calcareniti, arenarie e conglomerati miocenici. All'interno di questa unità si assiste ad una distribuzione di suoli che rispecchiano uno schema a "catena". Abbiamo infatti le forme meno evolute, a profilo A – C, quelle ai primi stadî di evoluzione, A – Bw – C, e quelle più evolute con un orizzonte argillico, disposte in regolare successione lungo i rilievi, che si ripetono regolarmente lungo il paesaggio. La loro potenza media è di circa 50 – 100 cm. La tessitura varia da franco – sabbioso – argillosa ad argillosa e la struttura va da poliedrica subangolare, moderata e forte in superficie, ad angolare in profondità. La permeabilità e l'erodibilità sono elevate.

Lithic Xerortents; Rock outcrop. Subordinati: Xerochrepts. Substrato costituito da marne, arenarie e calcari marnosi dl Miocene e relativi depositi colluviali. Sono caratterizzati da profilo del tipo A - C, A – Bw – C. La loro potenza si aggira mediamente intorno ai 50 cm con pietrosità e rocciosità elevate e talvolta prevalenti rispetto al suolo. La tessitura varia da franco – sabbiosa a franco – argillosa e la struttura è poliedrica suangolare. Si tratta di suoli permeabili soggetti a rischi di erosione elevati e, dove questa agisce incontrollata, l'asportazione del suolo può essere totale.

Typic ed Entic Pelloxererts. Subordinati: Xerofluvents. Substrato costituito da depositi colluviali di marne, arenarie e calcari marnosi miocenici. I suoli presenti in questa unità si osservano su superfici pianeggianti e a tratti depresse. Hanno un profilo A – C, con tessitura fine e drenaggio lento, potente più di 100 cm. Presentano pericolo di erosione quasi nullo o trascurabile, al contrario i fenomeni di ristagno idrico legati alla morfologia ed al drenaggio lento possono interessare le aree depresse, seppure per brevi periodi dell'anno.

Typic Aquic e Ultic Palexeralfs. Subordinati: Xerofluvents, Ochraqualfs. Substrato costituito da alluvioni ed arenarie eoliche cementate del Pleistocene. I suoli, da permeabili a poco permeabili, sono profondi, hanno tessitura da franco – sabbiosa a franco – sabbioso – argillosa in superficie e da franco – sabbioso – argillosa ad argillosa in profondità. La struttura è poliedrica angolare e subangolare. L'erodibilità è moderata.

Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents. Subordinati: Xerochrepts. Substrato da alluvioni oloceniche eterometriche. I suoli presentano sempre una evoluzione piuttosto modesta, con profili A – C, o, in maniera molto subordinata, A – Bw – C in corrispondenza delle alluvioni meno recenti. Essi sono caratterizzati da notevole profondità (spesso superiore a 100 cm) e da una tessitura assai varia. Si passa, infatti, da classi sabbioso – franche a franco – argillose. Lo scheletro può essere presente in quantità modeste oppure raggiungere valori superiori al 50 – 60% dell'intero suolo. Pertanto, anche la permeabilità è assai differente e varia da buona a lenta. L'erodibilità è bassa.

4.3.7.2 Pedologia dell'area vasta

L'analisi dei dati riportati in letteratura e della cartografia ufficiale, finalizzati alla conoscenza degli aspetti geopedologici dell'area di interesse e delle aree limitrofe, hanno consentito, attraverso una suddivisione in grande che esclude i suoli poco indicativi per spessore ed estensione, l'individuazione delle varie unità pedologiche presenti, la rappresentazione delle quali è riportata nella Carta Geopedologica, in scala 1:10.000 (Tavola 7 del SIA). Ogni singola unità individuata comprende associazioni di suoli la cui suddivisone, basata primariamente sulla litologia e relative forme, è funzione del grado d'evoluzione o di degradazione e dell'uso attuale del territorio. I suoli sono infatti legati, nella loro genesi e maturazione, alla natura dei litotipi che costituiscono il substrato litoide, alle caratteristiche fisiche, climatiche (nella sua evoluzione) e morfologiche che caratterizzano l'area. I caratteri presi in considerazione per la classificazione, sono: profondità, profilo, tessitura, permeabilità, reazione, e saturazione in basi come riepilogato nella Fig. 4.3.7.2/A sottostante.
I suoli sono stati classificati secondo la Soil Taxonomy elaborata dall'U.S.D.A. Si tratta di un sistema tassonomico organizzato in ordini e sottordini.

- Caratteristiche Pedologiche delle Unità Cartografate
All'interno dell'area cartografata le quattro unità pedologiche individuate, che si differenziano per l'altimetria, la morfologia, la copertura vegetale e l'uso del territorio, sono denominate, a partire dai suoli formatisi sui litotipi più recenti fino a quelli più antichi, A, B, C, e D.
Unità A – È diffusa nei paesaggi pianeggianti o in aree leggermente depresse a quote comprese fra 240 m e 210 m s.l.m. Si sviluppa su un substrato costituito da alluvioni oloceniche a varia granulometria. I tipi pedologici, caratterizzati da profondità che possono superare i 100 cm, sono caratterizzati da profili A – C e, subordinatamente, da profili A – Bw – C in corrispondenza delle alluvioni meno recenti. Prevalgono Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents. La tessitura è assai variabile, infatti si passa da classi sabbioso – franche a franco – argillose.

Lo scheletro può essere presente in quantità modeste oppure raggiungere valori superiori al 50 – 60% dell'intero suolo. Pertanto, anche la permeabilità è assai differente e varia da buona a lenta. L'erodibilità è bassa. L'unità, pur con la sua notevole variabilità pedologica, ha una elevata attitudine all'agricoltura, soprattutto per quella intensiva, adattandosi, di volta in volta, ad un'ampia gamma di colture erbacee ed arboree di maggior interesse economico e più adatte all'ambiente. L'unità deve essere difesa dalla urbanizzazione disordinata o dalle escavazioni di inerte in quanto rappresenta una risorsa di elevato valore nel contesto socio – economico locale. Le caratteristiche sopraccitate fanno ricadere tale unità nella I e II classe di capacità d'uso.

Caratteri dei suoli: Unità B	
Profondità	*poco profondi*
Tessitura	*franco-argillosa*
Struttura	*poliedrica subangolare*
Permeabilità	*permeabili*
Erodibilità	*bassa*
Reazione	*neutra*
Carbonati	*assenti*
Sostanza Organica	*da scarsa a media*
Capacità di scambio cationico	*media*
Saturazione in basi	*saturi*

Principali caratteristiche pedologiche dell'unità B.

Unità B – Diffusa a quote comprese tra 240 m e 280 m s.l.m.. Si estende su un substrato costituito rocce effusive basiche (Basalti) del Pliocene sup. e del Pleistocene e i suoi relativi depositi di versante e colluviali. Comprende i suoli caratterizzati da un profilo A-R, a profondità modesta, e A-Bw-C dove il suolo è più profondo. L'uso a pascolo naturale sin da tempi antichi ha prodotto a tratti una degradazione, per erosione, molto intensa. Il suolo ha una notevole fertilità. L'attitudine di tale unità è il ripristino e la conservazione della vegetazione naturale, con una riduzione o eliminazione del pascolamento. Tra i suoli prevalgono quelli di tipo Rock Outcrop e Lithic Xerorthents, e subordinatamente Xerochrepts. Le limitazioni all'uso del suolo sono la rocciosità e l'elevata pietrosità, la scarsa profondità, eccesso di scheletro e a tratti idromorfia dovuta a substrato impermeabile. L'unità ricade nella classe VIII e VII delle capacità d'uso.

Caratteri dei suoli: Unità C	
Profondità	*poco profondi*
Tessitura	*da franco-sabbioso-a franco-argillosa*
Struttura	*poliedrieca subangolare*
Permeabilità	*permeabili*
Erodibilità	*elevata*
Reazione	*subalcalina*
Carbonati	*elevati*
Sostanza Organica	*scarsa*
Capacità di scambio cationico	*media*
Saturazione in basi	*saturi*

Principali caratteristiche pedologiche dell'unità C.

Unità C – diffusa a quote comprese fra 220 m e 240 m s.l.m. su morfologie ondulate, sulle sommità collinari e in corrispondenza dei litotipi più compatti. Il substrato è costituito da sabbie quarzoso feldspatiche e conglomerati eterometrici di ambiente da alluvionale a fluviodeltizio con elementi del basamento paleozoico, di vulcaniti oligo-mioceniche e calcari mesozoici. Tra i suoli predominano Lithic Xerorthents, Rock outcrop e subordinatamente sono presenti Xerochrepts. Comprende i suoli caratterizzati da un profilo del tipo A-C, A-Bw-C. Le limitazioni d'uso sono date da una profondità inferiore ai 50 cm, pietrosità a rocciosita elevata e talvolta prevalente rispetto al suolo, accumulo di carbonati ed elevata saturazione in basi, eccesso di scheletro. L'unità è soggetta a rischio erosione. La destinazione attuale è il pascolo naturale e seminativo, che potrebbe essere migliorato con specie

idonee a tali suoli e rimboscimenti con specie resistenti all'aridità. L'unità ricade nelle classi VI e VII delle capacità d'uso.

Caratteri dei suoli: Unità D	
Profondità	*poco profondi*
Tessitura	*da sabbioso-franca a franco-argillosa*
Struttura	*poliedrieca subangolare*
Permeabilità	*da permeabili a mediamente permeabili*
Erodibilità	*elevata*
Reazione	*neutra*
Carbonati	*assenti*
Sostanza Organica	*media*
Capacità di scambio cationico	*da bassa a media*
Saturazione in basi	*saturi*

Principali caratteristiche pedologiche dell'unità **D**.

Unità D – diffusa a quote variabili tra 230 m e 470 m s.l.m.. Si sviluppa su un substrato costituito da rocce effusive acide (rioliti, riodaciti e ignimbriti) del cenozoico e relativi depositi di versante. Questa unità è caratterizzata da morfologie aspre con un susseguirsi di rilievi e brusche rotture di pendio alternate ad aree subpianeggianti. I suoli a profilo A-C ed A-R, sono di debole spessore e sono in associazione ad ampi tratti di roccia affiorante. La fertilità è molto bassa e debole risulta la capacità di trattenuta per l'acqua. L'erosione è molto diffusa ed intensa, perché queste aree sono sottoposte spesso ad incendi, sovrapascolamento e lavorazioni senza sistemazione idraulica. I suoli predominanti sono del tipo Rock outcrop e lithic Xerorthents, mentre quelli subordinati Xerochrepts. Le principali limitazioni d'uso derivano dall'elevata pietrosità, dalla scarsa profondità, eccessivo scheletro ed il drenaggio lento. Le caratteristiche sopraccitate fanno ricadere tale unità nella VI, VII e VIII classe di capacità d'uso.
Nella tabella seguente si riassumono le principali caratteristiche delle classi in cui sono stati suddivisi i suoli della Sardegna.

Caratteri	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Scheletro	assente	da scarso a comune	da scarso a elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Tessitura	tutte eccetto sabbiosi, sabbiosi-franchi grossolani ed argilloso molto fine	eccetto sabbiosi, sabbiosi-franchi grossolani ed argilloso molto fine	tutte eccetto sabbiosi grossolani	sabbiosi grossolani argillosi molto fini	sabbiosi grossolani argillosi molto fini	sabbiosi grossolani argillosi molto fini	sabbiosi grossolani argillosi molto fini	sabbiosi grossolani argillosi molto fini
Profondità del suolo	>80 cm	80-60 cm	60-40cm	<40 cm	20-100cm	20-60 cm	10-40 cm	<10 cm
Drenaggio	normale	normale	lento	molto lento o rapido	normale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Profondità orizzonte petrocalcico	>100	80-40	40-20	<20	_	_	_	_
Salinità	assente	assente	assente	moderata	assente	assente	moderata	alta

Rocce tenere Rocce dure Profondità della roccia madre	>80 >100	80-50 100-60	50-30 60-30	<30 <30	<20 <30	<20 <20	<20 <20	<10 <10
Pietrosita	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Rocciosità	assente	assente	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata
Pendenze	0-5%	5-15%	5-15%	15-30%	30-40%	30-40%	40-60%	60%
Pericolo di erosione	assente	moderato	da moderato	elevato	assente	da moderato	elevato	elevato

Tabella 4.3.7.2/B: caratteri e classi di capacità d'uso per i suoli della Sardegna

4.3.7.3 Caratteristiche del suolo su cui insiste la concessione mineraria

Vista l'ampiezza dell'area, per meglio poterne osservare le caratteristiche ed individuarne le peculiarità, si è deciso di dividere il territorio in due macrozone omogenee; le due zone individuate in funzione delle caratteristiche simili che le differenziano sono i territori agricoli antropizzati ed i territori boscati con ambienti seminaturali. L'esame effettuato sul campo ha permesso di individuare i diversi tipi di specie botaniche qui presenti che, in dettaglio, sono di seguito descritte.

- Terreni agricoli

Come già detto, il luogo studiato ricade nel territorio di Ozieri, ai margini della piana di Chilivani, di cui ne conserva in parte le caratteristiche. La citata pianura è inserita nel fondovalle circondato dalle catene montuose e collinari del Monte Limbara e del Monte Lerno ed è un luogo a vocazione prettamente agricola. La presenza di numerosi allevamenti zootecnici, e delle necessarie e collegate colture foraggere, lo inseriscono, insieme alla Pianura del Campidano ed a quella della Nurra, tra le aree agricole più produttive della Sardegna. Inoltre per le caratteristiche oggettive del suolo e per le infrastrutture presenti nella zona notiamo buoni margini di suscettività al miglioramento. Gli insediamenti storici rilevati "in loco" dimostrano che, per la sua attitudine, da millenni l'area ha risentito della pressione dell'attività antropica, dovuta principalmente all'agricoltura, attività che ha causato un cambiamento dell'habitat naturale.

I rilievi effettuati hanno messo in evidenza che la vegetazione presente nella zona è costituita prevalentemente da essenze erbacee pabulari, autoctone e immesse, utilizzate per l'alimentazione del bestiame, accompagnate dalla presenza disomogenea di alcune specie arboree. Tale consociazione costituisce il pascolo arborato, terminologia con la quale anche l'Agenzia del Territorio definisce la qualità di alcune particelle che insistono nell'area.

I pascoli, i prati ed i seminativi sono costituiti da numerose specie erbacee, con prevalenza di graminacee e leguminose, tra le quali troviamo piante a ciclo annuale, poliennale e perenne. Alla luce delle osservazioni effettuate in loco e dell'indirizzo produttivo dell'area vasta appare evidente che la maggior parte delle essenze qui introdotte rientrano nei piani di intervento di *"miglioramento pascolo"* incentivati da finanziamenti pubblici sia della Regione che della CEE.

Si riportano di seguito quelle maggiormente rappresentate in termini quantitativi tra le essenze erbacee, arbustive ed arboree rilevate nel sito.

Tra le graminacee prevale la presenza di specie come la Dactilys glomerata L., Avena fatua, Festuca spp., Lolium spp., Bromus spp, Phalaris spp e Triticum villosum L., mentre le leguminose sono maggiormente rappresentate da alcune specie di Trifolium spp., Sulla e Favino (*Vicia faba minor*). Non mancano anche altre specie spontanee, alcune infestanti, quali Asphodelus microcarpus *(asfodelo)*, Polygonum scoparium (*Poligono scopario)*, Asparagus acutifolius *(asparago comune)*, Euphorbia characias L. *(euforbia cespugliosa),* Ferula communis (L.) subsp. Communis.

Territori boscati e ambienti seminaturali.

La seconda macrozona si identifica come concentrica a quella descritta nel precedente paragrafo ed è costituita da un pascolo cespugliato ed arborato, area per le sue peculiarità meno vocata dal punto di

vista agricolo. In questo caso le particolari caratteristiche orografiche, insieme alla bassa redditività del suolo, non ne hanno favorito la trasformazione in quanto non conveniente né economicamente né dal punto di vista dell'impatto ambientale *(equilibrio morfologico ed idrogeologico dell'area)*. In quest'area vasta vengono inseriti l'altopiano di "*Giuanne Sanna"*, il rilievo montuoso di "*Monte Pittu"* e colline sottostanti di "Monte Cheja Subra". La rilevante differenza con l'ambito coltivato è marcata anche dal loro naturale confine, formato da falesie e ripidi costoni in alcuni casi impraticabili.
Le specie arboree ed arbustive presenti sono quelle tipiche della macchia mediterranea e della sua gariga, mentre tra le specie erbacee troviamo sostanzialmente le specie spontanee già descritte in precedenza. Tra le specie arboree ed arbustive si è riscontrata la presenza di: Quercus pubescens Willd., Quercus Suber, Pistacia Lentiscus, Olea Europaea L. var. Sylvestis, Pyrus Amygdaliformis Vill., Pyrus pyraster Burgsd., Opuntia ficus-indica, Robus Ulmifolius., Asparagus acutifolius etc.
L'area descritta, pur presentando una certa valenza paesaggistica e morfopedologica, unitamente a varietà botaniche di discreto pregio naturalistico, se pur comuni nella nostra isola, non è stata inserita tra i S.I.C. *(Siti di Interesse Comunitario)* e Z.P.S. *(Zone di Protezione Speciale)* così come è avvenuto per l'area adiacente il cui confine più vicino dista circa 3 Km (vedi Tavola 16 del SIA).

- Caratteristiche dell'area di scavo
L'area di scavo sorgerà nella macrozona dei terreni agricoli, esattamente nella particella individuata catastalmente dal mappale 18 del foglio 28 del Comune Censuario di Ozieri. Al Catasto Terreni l'appezzamento in oggetto è stato classato con tre diverse qualità colturali, ovvero seminativo di classe seconda, pascolo di classe terza e pascolo arborato di seconda classe. L'esposizione del sito è verso sud, mentre la pendenza risulta essere compresa, per la maggior parte, tra lo zero ed il 10% e solo nella parte terminale a nord si raggiungono pendenze che arrivano al 20%.
Attualmente l'area del futuro cantiere è recintata perimetralmente da muretti a secco, sui quali si trovano dei pali che sostengono una rete metallica. Il lotto risulta frazionato in due corpi di pari estensione da una dividente in rete metallica sorretta da pali in cemento armato.
Nel corso dei sopralluoghi, tra le colture erbacee sono state rilevate essenze di tipo spontaneo adattatesi alle specifiche condizioni pedoclimatiche, tra le quali, in prevalenza, Trifolium spp., Dactilys glomerata L., Avena fatua, Festuca spp., Lolium spp., Bromus spp e di Phalaris spp e Triticum villosum L. La composizione vegetale, a causa del pascolamento, si presenta, su tutta la superficie, degradata ed infestata da numerose piante del genere Carduus spp. L'esame dettagliato delle essenze presenti evidenzia che negli anni è stato attuato lo stesso indirizzo produttivo e che, di recente, non è stata effettuata nessuna operazione di miglioramento o preparatoria a nuova messa a coltura.
L'area in esame, che viene utilizzata come pascolo, accoglie anche alcuni piante arboree e più precisamente:
n. 3 esemplari di Quercus suber;
n. 14 individui di Pyrus Amigdaliformis:
n. 3 esemplari di Olea Europea var. Oleatser;
n. 1 unità di Ficus carica.

4.4 Vegetazione, flora e fauna

4.4.1 L'ambiente vegetale

Per vegetazione si intende un sistema composto da piante disposte nell'ordine che esse spontaneamente assumono mediante un processo di auto-organizzazione, in dipendenza dei fattori ambienti; clima, latitudine, altitudine, ritmi stagionali, abbondanza precipitazioni e temperatura. Mentre la flora corrisponde ad una nozione astratta (un complesso di specie) la vegetazione è descritta non solo dall'elenco delle specie che contribuiscono a costituirla, ma anche dal numero di individui di ciascuna, dalle dimensioni, dal portamento, dalla biomassa complessiva, ecc. La componente *vegetazione* con la componente *animale* interagendo tra loro costituiscono la biocenosi di un ecosistema.

4.4.1.1 Analisi della vegetazione

Si sintetizzano in Tabella 4.4.1.1/A tutte le specie vegetali rilevate.

4.4.2 L'ambiente faunistico

La fauna è il complesso degli organismi classificati fra gli animali (e/o tutti i viventi non classificabili fra le piante).
Per ambiente faunistico si intende invece tutta la fauna che caratterizza un particolare contesto ambientale.
Un equivalente del termine vegetazione non esiste in campo faunistico ed infatti non si è ancora fatta strada una identificazione di ben precise "associazione faunistiche" sulla scorta di quanto è invece avvenuto nel campo della botanica.
Tuttavia, essendo la Sardegna un'isola, si è soliti considerare come più o meno stanziale, pertanto sufficientemente territoriale, la fauna presente in una data area; in questa classificazione è compresa una buona parte dell'avifauna endemica (uccelli) che risulta adeguatamente legata ad una determinata area.
Pertanto, nell'analisi sulla situazione faunistica si terrà conto come indicatori dei gruppi o del gruppo di maggior interesse cioè maggiormente indicativo, che possiamo genericamente caratterizzare come fauna "omeoterma".

4.4.2.1 Analisi faunistica

Per quanto riguarda la fauna, nei terreni dell'area vasta sono presenti la lepre sarda, il coniglio selvatico e la donnola. Durante il passo, è area di sosta di tortore, colombacci, e in alcune aree si può insediare la pernice sarda. Di particolare interesse è la presenza di rapaci come la poiana, i gheppi, il falco pellegrino. In dettaglio, la fauna è così rappresentata:

- Anfibi

Gli anfibi, animali vertebrati eterotermi sia terrestri che acquatici, sono indubbiamente parte integrante della fauna che popola l'area in quanto, la presenza di fosse di accumulo per acque piovane, un piccolo bacino artificiale e di strutture per l'abbeveraggio del bestiame favoriscono l'insediamento di alcune specie. Accennando al fatto che per ovvi motivi acquisire l'inventario di tutte le specie *Anphibiae* presenti sarebbe pressoché impossibile ed esulerebbe dal mio personale incarico, citiamo solo alcuni degli esemplari osservati e di quelli che con ogni probabilità potrebbero stanziare nell'area (Tabella 4.4.2.1/A). Tra gli anuri, gli anfibi senza coda, che popolano anche i piccoli bacini troviamo il Discoglosso Sardo (Discoglossus Sardus), la Raganella Sarda (Hyla Sarda), la Rana Verde (Rana Lessonae) ed il Rospo Smeraldino (Bufo Viridis). Tra gli anfibi urodeli, quelli dotati di coda, segnaliamo l'Euprotto Sardo (Euprottus Sardus) ed il Geotritone Sardo. Tutte le specie citate non sono sufficientemente conosciute e si pensa che le loro nicchie ecologiche siano in pericolo per l'elevato livello di antropizzazione.

- Insetti

Nell'area sono innumerevoli gli insetti che si osservano rappresentando in maniera sintomatica la buona qualità della biodiversità presente. Impollinatori, detritivori e coprofagi popolano l'area in discrete quantità e non manca la presenza di vespe, api, coleotteri, formiche, grilli, termiti, farfalle ed altri. A riguardo tra gli ordini più numerosi ed importanti annoveriamo quelli dei ditteri, coleotteri, imenotteri, lepidotteri e dei neurotteri.

- Mammiferi

Per quanto riguarda i mammiferi (Tabella 4.4.2.1/B), nei terreni interessati dalla concessione sono presenti la lepre sarda, il coniglio selvatico, la donnola e la volpe comune. La presenza di anfratti rocciosi e zone boscose, dove possono trovare rifugio, indica la presenza di Rinolofi e Vespertiglionidi, più comunemente noti come pipistrelli, cosi come è scontato l'insediamento di Muridi e Gliridi, volgarmente chiamati topi. Avendo osservato durante i sopralluoghi i tipici scavi sul

terreno, dovuti alla ricerca di tuberi con il frugare del muso, si ha la conferma che l'area è frequentata da cinghiali. In quest'ambito vengono allevati altri mammiferi domestici come suini, bovini, ovini, caprini, galline ovaiole ed equidi.

- Rettili

Riguardo a questo gruppo di vertebrati, durante i sopralluoghi si è potuta osservare la presenza di un esemplare di biacco (*Coluber viridiflavus)* di medie dimensioni (*60-70 cm di lunghezza*), cosi come degli individui di lucertola campestre (*Podarcis sicula cettii)* e di lucertola tirrenica *(Podarcis tiliguerta).* Unitamente alla presenza delle specie succitate, è concepibile la presenza di altri rettili come quelli delle specie indicate in allegato (Tabella 4.4.2.1/C).

- Uccelli

A seconda della stagione, l'areale in cui ricade questo ecosistema è popolato da diversi uccelli, numerosi sono quelli osservati come stanziali, altrettanti possono tranquillamente frequentare il sito come migratori. In occasione dei sopralluoghi sono stati oggetto di avvistamenti dei passeriformi, delle cornacchie, un esemplare di poiana, una colonia di anatre, colombacci ed un airone. Per ovvi motivi non si è avuto modo di avvistare tutte le famiglie citate in Tabella 4.4.2.1/D ma quelle individuate si possono annoverare come possibili frequentatori dell'habitat che interessa la concessione mineraria. Un'attenzione particolare va data alla gallina prataiola (Tetrax tetrax), all'occhione ed alla tortora il cui habitat ideale è stato dichiarato quello delle aree Natura 2000 (S.I.C. e Z.P.S.). A riguardo è anche giusto dire che queste ultime specie sono le più tutelate perche dichiarate sensibili secondo la direttiva 79/409/CEE.

Divisione	Classe	0rdine	Famiglia	Nome Scientfico	Nome comune
Angiospermae	Dicotyledones	Rosales	Rosaceae(.deae)	*Rubus ulmifolius*	Rovo
Magnoliophyta	Eudicotyledoneae	Saxifragales	Saxifragaceae	*Saxifraga corsica L.*	Saxifraga
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Liliaceae	*Asparagus acutifolius*	Asparago selvatico
Magnoliophyta	Liliopsida	Dioscoreleales	Dioscoreaceae	*Tamus communis L.*	Tamaro
Magnoliophyta	Liliopsida	Liliales	Smilaceae	*Smilax aspera L.*	Salsapariglia nostrana
Magnoliophyta	Mag.ida(Rosidae)	Apiales	Apiaceae	*Ferula communis*	Ferula
Magnoliophyta	Magnolipsida	Fagales	Fagaceae	*Quecus Suber L.*	Quercia da sughero
Magnoliophyta	Magnolipsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus Pubescenswilld*	Roverella
Magnoliophyta	Magnolipsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus Ilex L.*	Leccio
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rosales	Rosaceae	*Pyrus pyraster Burgsd.*	Pero selvatico
Magnoliophyta	Magnolipsida	Ligustrales	Oleaceae	*Phyllirea Latifolia*	Fillirea
Magnoliophyta	Magnolipsida	Sapindales	Anacardiaceae	*Pistacia lentiscus*	Lentischio
Magnoliophyta	Magnolipsida	Laurales	Lauraceae	*Laurus nobilis L.*	Alloro
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rhamnales	Rhamnaceae	*Rhaamnus alaternus L.*	Alaterno
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rosales	Rosaceae	*Cratageus monogyna Jacq.*	Biancospino
Magnoliophyta	Magnolipsida	Violales	Cistaceae	*Cistus di monspeliensis L.*	Cisto di Montpellier
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rosales	Rosaceae	*Pyrus amigdluformis*	Perastro
Magnoliophyta	Magnolipsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus coccifera*	Quercia spinosa
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rosales	Grosulariaceae	*Ribes sarduom Martelli*	Ribes
Magnoliophyta	Magnolipsida	Fabales	Leguminosae	*Trifolium incarnatum*	Trifoglio rosso
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rosales	Urticacee	*Urtica dioica L.*	Ortica comune
Magnoliophyta	Magnolipsida	Liliales	Liliaceae	*Asphodelus microcarpus*	Asfodelo
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Asteraceae	*Calendula arvensis*	Calendula
Magnoliophyta	Magnolipsida	Apiales	Apiaceae	*Daucus carota*	Carota selvatica
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Asteraceae	*Silybum marianum*	Cardo Mariano
Magnoliophyta	Magnolipsida	Capparales	Brassicaceae	*Capsela bursa pastoris L. Med*	Capsella
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Asteraceae	*Cynara cardunculus*	Cardo
Magnoliophyta	Magnolipsida	Apiales	Apiaceae	*Foeniculum vulgare Miller*	Finocchio selvatico
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Asteraceae	*Inula Viscosa*	Inula

Magnoliophyta	Magnolipsida	Capparales	Brassicaceae	*Eruca sativa*	Rucola selv
Magnoliophyta	Magnolipsida	Caryophyllales	Chenopodiaceae	*Beta vulgaris*	Bietola
Magnoliophyta	Magnolipsida		Umbelliferae	*Thapsia garganica L.*	Tapsia
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Asteraceae	*Galactites tomentosa (L.) Moench*	Scarlina
Magnoliophyta	Magnolipsida	Capparales	Brassicaceae	*Raphanus raphanistrum L.*	Ravanello selvatico
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Compositae	*Bellium bellidiodes L.*	Pratolina spatolata
Magnoliophyta	Magnolipsida	Papaverales	Papaveraceae	*Papaver Rhoeas l.*	Papavero comune
Magnoliophyta	Magnolipsida	Papaverales	Papaveraceae	*Glaucium flavum Crantz*	Papavero cornuto
Magnoliophyta	Magnolipsida	Asterales	Astreraceae	*Onopordum illyricum L.*	Onopordo
Magnoliophyta	Magnolipsida	Poales	Graminaceae	*Triticum villosum (L.) M.B.*	Grano villoso
Magnoliophyta	Magnolipsida	Poales	Juncaceae	*Juncus acutus L.*	Giunco pungente
Magnoliophyta	Magnolipsida	Rosidae	Geraniaceae	*Geranium robertianum L.*	Erba roberta
Magnoliophyta	Magnolipsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum*	Sedum
Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	C.C.U..P.C.	*Diversi*	Licheni

Tabella 4.4.1.1/A: tassonomia delle specie vegetali rilevate

Philum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Nome Comune
Chordata	Reptilia	Anura	Bufonide	***Bufo viridis***	Rospo Smeraldino
			Ranidae	***Rana lessonae***	Rana verde di Lessona
			Hylidae	***Hyla sarda***	Raganella sarda

Tabella 4.4.2.1/A: tassonomia degli anfibi

Mammiferi	Insettivori	Erinaceidi	Erinaceus europeanus Linneus	Riccio Europeo o Porcospino
	Chirotteri	Rinolofidi	Rhinolophus ferrumequinum	Rinolofo Maggiore
			Rhinolophus euryale Blasius	Rinolofo Euriale
			Rhinolophus Mehelyi Matschie	Rinolofo di Mehely
		Vaspertiglionidi	Myotis emarginatus	Vespertilione smarginato
			Myotis myotis	Vespertilione maggiore
			Myotis Blythis Tomes	Vespertilione di Blyth
			Pipistrellus pipistrellus	Pipistrello nano
			Pipistrellus Kuhli	Pipistrello albolimbato
			Barbastella barbastellus	Barbastello
			Plecotus austriacus	Orecchione meridionale
	Roditori	Muridi	Rattus noerveguicus	Ratto delle chiaviche
			Rattus rattus	Ratto Comune
			Mus Musculus	Topolino domestico
			Apodemus Sylvaticus	Topo selvatico
		Gliridi	Elyomis quercinus	Quercino
			Glis glis	Ghiro
	Carnivori	Mustelidi	Mustela nivalis	Donnola
		Canidi	Vulpes Vulpes	Volpe comune
	Lagomorfi	Leporidi	Lepus capensis	Lepre Comune
			Oryctolagus cuniculus	Coniglio selvatico
	Artiodattili	Suiformi	Sus Scrofa	Cinghiale

Tabella 4.4.2.1/B: tassonomia dei mammiferi

Philum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Nome Comune
Chordata	Reptilia	Squamata	*Colubridae*	***Coluber viridiflavus***	Biacco
			Gekkonidae	***Tarentola mauritanica***	Geco comune
			Gekkonidae	***Hemidactylus turcicus***	Geco verrucoso
			Gekkonidae	***Phyllodactylus europaeus***	Tarantolino
			Lacertidae	***Podarcis sicula cettii***	Lucertola campestre
			Lacertidae	***Podarcis tiliguerta***	Lucertola tirrenica
			Scincidae	***Chalcides ocellatus tiligugu***	Gongilo sardo
			Scincidae	***Chalcides chalcides vittatus***	Luscengola

Tabella 4.4.2.1/C: tassonomia dei rettili

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Nome	Nome Comune
Chordata	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	***Accipiter gentilis arrigonii***	Astore
		Accipitriformes	Accipitridae	***Buteo buteo***	Poiana
		Charadriiformes	Scolopacidae	***Scolopax ruticola***	Beccaccia
		Charadriiformes	Laridae	***Larus ridibundus***	Gabbiano Comune
		Charadriiformes	Burhinidae	***Burhinus oedicnemus***	Occhione
		Columbiformes	Columbidae	***Columba palumbus***	Colombaccio
		Columbiformes	Columbidae	***Columba livia***	Piccione Selvatico
		Columbiformes	Columbidae	***Sterptopelia turtur***	Tortora
		Coraciiformesformes	Upupidae	***Upupa epops***	Upupa
		Cuculiformes	Cuculidae	***Cuculus canorus***	Cuculo
		Falconiformes	Falconidae	***Falco peregrinus***	Falco Pellegrino
		Falconiformes	Falconidae	***Falco tinnunculus***	Gheppio
		Falconiformes	Falconidae	***Falco naumanni***	Grillaio
		Falconiformes	Falconidae	***Falco columbarius***	Smeriglio
		Galliformes	Phasianidae	***Alectoris barbara***	Pernice Sarda
		Galliformes	Phasianidae	***Coturnix coturnix***	Quaglia
		Milvus migrans	Accipitride	***Milvus milvus***	Nibbio Reale
		Passeriformes	Alaudidae	***Melanocorypha calandra***	Calandra
		Passeriformes	Fringillidae	***Fringilla coelebs***	Fringuello
		Passeriformes	Corvidae	***Garrulus glandarius***	Ghiandaia
		Passeriformes	Hirundainidae	***Hirundo rustica***	Rondine
		Passeriformes	Corvidae	***Corvus corone***	Cornacchia
		Passeriformes	Turdidae	***Turdus merula***	Merlo
		Passeriformes	Passeridae	***Petronia petronia***	Passera Lagia
		Passeriformes	Passeridae	***Passer montanus***	Passera Mattugia
		Passeriformes	Passeridae	***Passer hispaniolensis***	Passera Sarda
		Passeriformes	Sturnidae	***Sturnus unicolor***	Storno Nero
		Passeriformes	Fringillidae	***Serinus serinus***	Verzellino
		Piciformes	Picidae	***Jynx torquilla***	Torcicollo
		Strigiformes	Tytonidae	***Tyto alba***	Barbagianni
		Strigiformes	Strigidae	***Athene noctua***	Civetta
		Strigiformes	Strigidae	***Asio otus***	Gufo Comune

Tabella 4.4.2.1/D: tassonomia degli uccelli

- Relazione con il progetto

Per tutta l'area interessata dallo scavo sarà asportato il cappellaccio le cui componenti sono costitute principalmente da assenze erbacee pabulari utilizzate per l'alimentazione del bestiame e da 21 piante arboree.

L'asportazione delle specie arboree, che ad una osservazione superficiale può essere da qualcuno interpretato come effetto contestuale permanete illimitato nel tempo, non lo è affatto in quanto, alla fine dell'attività di estrazione, può essere messo a dimora un numero uguale, o anche superiore, di piante uguali a quelle espiantate. Per mero tuziorismo si evidenzia ancora che le piante hanno un ciclo vitale limitato e, pertanto, sarebbe stato necessario reimpiantarle alla fine del loro ciclo vitale indipendentemente dall'utilizzo del terreno.

All'inizio dei lavori lo strato di humus e di terra di coltura, chiamato franco di coltivazione, andrà scorticato *(asportato)* e accantonato in un luogo non troppo lontano ed in strati di media altezza *(< 5 m)* per poi essere depositato sopra le stesse aree di scavo. Il deposito andrà controllato durante tutto il tempo dello stoccaggio affinché non si compatti troppo con conseguente asfissia degli strati sottostanti. Questo terreno, oltre ad una struttura ideale, contiene tutti gli elementi necessari ad una vita vegetale completa, e pertanto sarà di fondamentale importanza per la ricoltivazione. La denudazione del suolo *(asportazione della vegetazione)* sarà limitata alla sola zona di scavo e a quella dei mezzi in transito.

4.5 Ecosistema

Riguardo gli aspetti legati alla valenza ambientale, nell'area in esame troviamo differenti biotopi sui quali vivono altrettante biocenosi. A tal proposito sono stati individuati cinque tipi di microecosistemi, Tavola 20 del SIA, che, seppur con molteplici interrelazioni, sono da considerarsi diversi. Un primo biosistema è stato individuato nelle *aree naturali e sub-naturali* dove l'habitat e le sue popolazioni non hanno risentito di significative influenze esterne che abbiano alterato le catene trofiche, per cui questi possono ritenersi incontaminati.

Un altro ecosistema è stato individuato nel piccolo *lago* artificiale situato a non molta distanza dall'area di scavo, dove confluiscono le acque di precipitazione e di scorrimento raccolte dal piccolo bacino idrografico nel quale lo specchio d'acqua è ricompreso, motivo per cui potrebbe risentire delle eventuali contaminazioni agenti sul compluvio (es. concimazioni).

Diverso è il caso degli ecosistemi definiti come *aree ad utilizzazione agro forestale* dove si è venuto a formare un sistema labile dovuto alle lavorazioni agronomiche che, al fine di ottenere una massimizzazione della produttività foraggiera, hanno modificato le caratteristiche originarie creando un complesso, in termini di biodiversità, abbastanza semplice. E' sembrato opportuno individuare anche un ecosistema delle *aree antropizzate*, cosi chiamato per le strutture rurali che su di esso insistono dove l'elevato livello di antropizzazione ha creato delle nicchie ecologiche diverse dalle quelle presenti nelle zone circostanti.

Infine, sono state individuate delle zone in cui la scarsa convenienza a qualsiasi intervento di tipo agronomico, dovuto alle avverse condizioni orografiche (vedi rocciosità), ha favorito la formazione di ambiti di tipo *semi-naturale*.

La zona direttamente interessata dall'opera di coltivazione della cava ricade nell'ecosistema ad utilizzazione *agro-forestale*. Si evidenzia che nei succitati ecosistemi, ed in particolar modo in quello interessato dalle operazioni di scavo, non sono state osservate particolari nicchie ecologiche che possano essere danneggiate in maniera permanente. Infine, a causa delle caratteristiche dell'ambiente in esame, si può tranquillamente affermare che gli impatti sugli ecosistemi derivanti dal progetto potranno essere superati con la buona capacità di resilienza degli stessi.

4.6 Salute pubblica

L'attività in questione non produrrà impatti sulla salute di persone e/o animali in quanto non è prevista l'utilizzazione e/o la produzione di alcun tipo di sostanza chimica. È quindi possibile escludere con assoluta certezza che possa aver luogo qualunque forma d'inquinamento anche accidentale.

Il problema dell'immissione in atmosfera delle polveri sarà risolto con l'interruzione delle attività lavorative nei giorni maggiormente ventosi e con l'innaffiamento anti-polvere. I venti dominanti provengono da SW (Libeccio) e da S (Ostro) ma i dati statistici confermano che difficilmente le loro velocità superano i 55 km/h (mai nel triennio 2000 – 2002, fonte: ISTAT). Dunque, il regime anemometrico contribuisce a disperdere le scarse polveri ed i fumi verso i quadranti settentrionali, e come si può vedere dalla Tavola 11 del SIA, questi risultano disabitati. Per quanto concerne la rumorosità si prevede l'impiego di mezzi a norma con le più recenti normative in fatto di inquinamento acustico. Non potendosi evitare l'attraversamento dei centri abitati, nel trasportare il minerale estratto allo stabilimento di Villaspeciosa, verrà posta particolare attenzione alla scelta degli orari di minor traffico per il trasporto del minerale

4.7 Rumore e vibrazioni

- Il suono

La fisica definisce il suono in un certo punto dello spazio come "*la rapida variazione di pressione (compressione e rarefazione) intorno al valore assunto dalla pressione atmosferica in quel punto*". Si definisce sorgente sonora qualsiasi dispositivo che provochi direttamente o indirettamente variazioni di pressione. Affinché il suono si propaghi occorre che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro ed assume forma sferica con centro nel punto di emissione delle oscillazioni sonore. Qualora queste abbiano una frequenza compresa fra 20 e 20.000 Hz (campo di udibilità) ed un'ampiezza superiore ad un'entità minima di pressione pari a $2*10^{-5}$ Pa, definita soglia di udibilità, sono udibili dall'orecchio umano e possono suscitare sensazioni avvertite come gradevoli o fastidiose cui attribuiamo genericamente la denominazione di suono o rumore.

- Principali grandezze acustiche

La quantità di energia irradiata da una sorgente sonora nell'unità di tempo è denominata potenza sonora (Pw), e si misura in watt. La potenza sonora Pw emessa da una sorgente s'irradia nel mezzo elastico, ad esempio l'aria, attraverso una determinata superficie S (o fronte d'onda) sottoforma di lavoro dovuto al prodotto della forza di pressione p per la velocità di spostamento delle particelle **v** intorno al punto di equilibrio. Potenza e pressione sono correlate dall'equazione:

$$\mathbf{Pw = p\ (p/pc)\ S = (p^2/pc)\ S \qquad (W) \qquad 4.1}$$

Per una sorgente che irradia uniformemente in tutte le direzioni (mezzo isotropo), ovvero in campo libero, il fronte d'onda S è pari alla superficie di una sfera. Alla distanza **r** dalla sorgente la potenza sonora sarà pari a:

$$\mathbf{Pw = (p2/pc)\ 4\pi r2 \qquad 4.2}$$

In pratica le sorgenti sonore irradiano con potenze estremamente variabili che vanno dal valore della voce umana a livello di conversazione, pari a circa 10^{-6} W, al rumore di un aereo a turbogetto, pari circa 10^4 W.
Se Pw è la potenza sonora irradiata su un fronte d'onda S (m^2), sussiste la seguente relazione tra potenza sonora ed intensità sonora I:

$$\mathbf{I = Pw/4\pi r2 = p2/pc\ (W/m2) \quad 4.3}$$

Consegue che l'intensità è l'energia che, nell'unità di tempo, fluisce attraverso l'unità di area del fronte d'onda.
Mentre la frequenza discrimina la percezione dei suoni, ovvero il loro *tono*, da gravi (bassa frequenza) ad acuti (alta frequenza), analogamente l'intensità discerne i suoni da deboli a forti.
In campo libero, per la 4.3, si verifica la seguente relazione tra pressione sonora e intensità:

I = p* v = p2/pc (W/m2) 4.4

In base all'equazione 4.1 si deduce che la pressione sonora, in campo libero, risulta legata alla potenza dall'espressione:

p = (Pw pc/4πr2)0,5 4.5

Dalle suddette relazioni si evince che, in campo libero, la pressione sonora e 'intensità diminuiscono con il quadrato della distanza r: per il suono che si propaga nell'aria, quindi, se la distanza raddoppia l'ampiezza si riduce della metà.
In un'onda piana, invece, la superficie del fronte d'onda rimane costante e in assenza di dissipazioni l'intensità non varia all'aumentare della distanza.
Nei problemi pratici di acustica, considerato l'enorme campo di variazione delle grandezze in gioco, non conviene esprimere le grandezze acustiche (pressione sonora, potenza, intensità) in valori assoluti, ma si opta indicarle calcolando il logaritmo del rapporto di ciascuna di esse e determinati valori di riferimento assunti come "livelli zero". Questo accorgimento è utile sia perché la scala logaritmica comprime i valori numerici, sia perché l'intensità delle sensazioni uditive è, in prima approssimazione, proporzionale al logaritmo decimale del rapporto tra il valore in esame ed il valore preso come riferimento. In acustica, pertanto, si suole adottare per le grandezze che misurano quantità di energia, il decibel (dB) definito come il logaritmo decimale del rapporto tra il valore in esame ed il valore di riferimento ossia:

$$10 * \log p/p_0$$

dove p è la misura in Pa della pressione sonora e p0 è il livello standard di riferimento, cioè il livello minimo di udibilità stabilito in 20 micropascal.

Livello di intensità (dB)	Condizione ambientale	Effetto sull'uomo
140	Soglia de dolore	Lesioni dell'orecchio nel caso di ascolto prolungato
120	Clacson potente, a un metro	
110	Picchi di intensità di una grande orchestra	Zona pericolosa per l'orecchio
100	Interno della metropolitana	
90	Picchi di intensità di un pianoforte	
80	Via a circolazione media	Zona di riposo (giorno)
75	Voce forte, a un metro	
70	Conversazione normale, a un metro	
60	Ufficio commerciale	
50	Salotto calmo	Zona di riposo(notte)
40	Biblioteca	
30	Camera da letto molto calma (notte	
20	Studio di radio diffusione	
0	Soglia di udibilità	

Esempio di causa	Livello sonoro (dB)	Percezione umana
Minimo percepibile	0	Calma
Rumore in uno studio pro, fruscio delle foglie	20	
Bisbiglio camera da letto silenziosa la notte	30	
Biblioteca	40	
Strada tranquilla, casa di giorno	50	Intrusione nella privacy
Conversazione normale	60	
Ristorante, uffici rumorosi, autostrada, aspirapolvere a 1 m	70	Telefono difficile da usare
Asciugacapelli, sveglia a 60 cm	80	Fastidioso
Camion pesante a 10 m	90	Molto fastidioso (iniziare a usare protezioni)
Petardi, discoteca, chitarra elettrica	100	

al massimo(100W)		
Concerto rock massimo sforzo vocale, rullante	110	
Clacson a 1 m	120	Doloroso
Tuono	130	
Sirena antiaerea, jet al decollo a 30 m	140	Danni all'udito istantanei
Razzo al decollo	180	

- Il rumore

Il rumore è per definizione una manifestazione sonora "*indesiderata, di intensità eccessiva, fastidiosa e casuale*". È prodotto dall'attività umana ed è in particolare connesso con il processo di urbanizzazione e con lo sviluppo dei trasporti e dell'industria. Sebbene sia principalmente un fenomeno urbano, dovuto a ragioni topografiche, il rumore può essere fonte di disturbo anche nelle zone rurali. Gli stati membri classificano in modo analogo le sorgenti di inquinamento acustico a seconda delle varie attività umane: traffico stradale, traffico ferroviario, traffico aereo, industria, ingegneria civile e edilizia, attività ricreative, strumenti e macchinari per lavori esterni (per esempio le attrezzature da giardinaggio) e vicinato. Queste classi si differenziano da un punto di vista fenomenologico e sono percepite diversamente, poiché diverso è l'atteggiamento di ciascuno nei confronti del rumore proveniente dalle diverse sorgenti sonore. Difficile quantificare gli effetti del rumore in quanto variano notevolmente sia la tolleranza individuale sia i diversi tipi di sorgenti che lo generano. È tuttavia disponibile una vasta letteratura specialistica che analizza e valuta gli effetti del rumore sugli individui. Lo studio più recente ed esaustivo è la relazione dell'Organizzazione mondiale della sanità, intitolata "*Community Noise -Environmental Health Criteria*", da cui risulta che l'esposizione al rumore nell'ambiente esterno può provocare una serie di effetti negativi diretti quali insonnia, danni fisiologici uditivi ed extrauditivi prevalentemente di tipo cardiovascolare-, difficoltà di comunicazione e malessere diffuso. L'esposizione al rumore non causa di norma insordimento salvo in caso di esposizione continuata a rumori di intensità eccezionale. Per la zona dell'Altopiano di Campeda non sono reperibili informazioni inerenti la tipologia delle fonti sonore. L'esame della cartografia induce a ritenere ragionevolmente che il clima acustico sia determinato in maniera preponderante dalla presenza della SS 131, dalla linea ferroviaria e, in misura minore, da eventuali mezzi agricoli pesanti.

- Riferimenti normativi per l'inquinamento acustico

A livello nazionale è importante la Legge Quadro 447/1995 ed il D. Lgs. 19/8/2005 n. 194 "*Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale*" in quanto gli adempimenti previsti riguardano in maniera diretta le città di dimensioni metropolitane. Saranno introdotti nuovi indicatori di rumore cui uniformarsi, LDEN e LNIGHT rivolti in prima istanza agli "agglomerati" con più di 250.000 abitanti e successivamente a quelli con più di 100.000 abitanti. Si realizzerà una Mappatura Acustica Strategica contenente i dati di rumorosità sul territorio provenienti delle molteplici sorgenti sonore. Dovranno essere stimati, per ogni agglomerato, anche le percentuali di popolazione esposta a varie classi di livello sonoro. Parallelamente, le stesse mappe dovranno essere costruite per le maggiori (in termini di traffico) infrastrutture di trasporto, che spesso insistono sulle città stesse. Per quanto concerne le normative regionali la Regione Sardegna ha emanato il DGR n. 34/71 del 29/10/02 "*Linee guida per la predisposizione dei Piani di Classificazione Acustica dei territorî comunali*", ma non esiste una Legge Regionale d'indirizzo.

- Parametro acustico di riferimento

L'indicatore prescelto dalla normativa (Legge Quadro 447/1995 e decreti attuativi collegati, in particolare DM 16/3/98) per la valutazione dell'inquinamento acustico è il Livello equivalente di pressione sonora ponderato A (LAeq).

- Periodi di riferimento

Il LAeq è sostanzialmente una media temporale del livello istantaneo di rumorosità, e viene quindi determinato in relazione a un certo intervallo di tempo. La normativa stabilisce due particolari intervalli di tempo di riferimento, il periodo diurno (dalle 6 alle 22 di ciascuna giornata) e il periodo notturno (dalle 22 alle 6 della mattina successiva).

- Classificazione acustica del territorio

La Legge Quadro 447/95 (e in precedenza già il DPCM 1/3/91) stabilisce che i Comuni debbano procedere alla zonizzazione acustica del territorio, cioè debbano assegnare a ciascuna porzione del proprio territorio, in base all'effettivo uso del territorio stesso, una classe acustica, caratterizzata da limiti di rumorosità e da vincoli specifici. L'elenco delle classi (definite nel DPCM 14/11/97) è riportato nella Tabella 4.7/A.

Classe acustica e denominazione	Descrizione
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.*
II aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	*rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali*
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*
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 e 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.*
V aree prevalentemente industriali	*rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.*
VI aree esclusivamente industriali	*rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi*

Tabella 4.7/A: classificazione acustica del territorio

- Limiti di rumorosità

I valori limite di rumorosità sono anch'essi definiti dal DPCM 14/11/97 (Tabella 4.7/B) e sono suddivisi in quattro categorie: limiti di immissione, limiti di emissione, valori di qualità e valori di attenzione. I valori numerici di ciascun limite risultano inoltre differenziati in base alla classificazione acustica del territorio e ovviamente in base al periodo di riferimento diurno o notturno.

		Valori limite delle sorgenti sonore (DPCM 14/11/9 Leq in dB(A)									
Classi di destinazioni d'uso del territorio		Emissione		Immissione		Qualità		Attenzione			
		Diur.	Nott	Diur.	Nott.	Diur.	Nott.	Diur.	Nott.	Diur. orario	Nott. orario
I	Aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37	50	40	60	45
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50	40	55	45	52	42	55	45	65	50
III	Aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47	60	50	70	55
IV	Aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52	65	55	75	60
V	Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60	67	57	70	60	80	65
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70	70	70	80	75

Tabella 4.7/B: Valori limite di rumorosità

- Metodologie generali di misurazione del rumore

L'intensità del rumore dipende molto dalla percezione soggettiva di chi ascolta, percezione che a sua volta può variare da persona a persona e persino nello stesso individuo, a seconda dei momenti. Data la sua natura soggettiva, il rumore non è misurabile mediante unità obiettive. Per classificare e confrontare i diversi eventi di rumore, è tuttavia necessario darne una descrizione quanto meno approssimativa in termini quantitativi. A tal fine, si dà una descrizione quantitativa del "suono", che è la componente fisica del rumore, relativamente a:

- la sua potenza (o intensità). L'intensità di un suono è funzione dell'ampiezza media dell'onda di pressione acustica p e si esprime mediante il livello di pressione sonora Lp in decibel (dB), risultante dalla seguente equazione (dove po è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard):

$$\mathbf{Lp = 10 \log (p/po)^2 \text{ in dB}}$$

L'orecchio umano è sensibile solo a livelli di pressione sonora che vanno da un limite inferiore di intensità di 0 dB (limite o soglia di udibilità) a un limite superiore di 130 dB circa (soglia del dolore). La natura logaritmica dell'unità di intensità sonora fa sì che il livello di pressione sonora non cresca in modo lineare, ovvero che all'incremento di 2 (10, 20, 100) uguali livelli di pressione sonora corrisponda un incremento di 3 (10, 13, 20) dB. Data la natura soggettiva della sensazione sonora di suoni di diversa intensità, un incremento del livello di pressione sonora pari a 10 dB di un suono puro stazionario determina una variazione della sensazione sonora di intensità doppia.

- La sua frequenza o composizione della frequenza. I suoni si compongono di un insieme di toni e frequenze; la frequenza viene misurata in hertz (Hz). La sensibilità dell'orecchio umano varia a seconda dell'intensità del suono percepito ed è massima per i suoni fra 1kHz e 5kHz, minore per frequenze più elevate e minima per le frequenze più basse. Il livello di pressione sonora viene pertanto ponderato con la cosiddetta ponderazione A e trasformato nel livello di pressione sonora ponderato A, definito dalla relazione seguente:

$$\mathbf{LpA = 10 \log (p/po)^2 \text{ in dB(A)}}$$

- La sua evoluzione temporale. I suoni fluttuano nel tempo e possono fluttuare anche nello spazio, sia

esso molto limitato (a breve distanza da un'autostrada) o molto esteso (in prossimità di un aeroporto). Questi diversi eventi sonori devono poter essere descritti da un'unica unità di misura. La descrizione della totalità dei rumori si fonda sull'ipotesi che a uguali dosi di rumore (vale a dire energia sonora per tempo di esposizione) corrispondono carichi di rumore uguali. La media dell'evoluzione dei suoni nel tempo è definita dal cosiddetto livello continuo equivalente di pressione sonora LAeq in dB(A). Il livello continuo equivalente di pressione sonora è sempre più adottato come parametro fisico per la misura dell'esposizione a lungo termine. È diffusamente utilizzato nelle normative nazionali degli Stati membri e a livello internazionale. È stato altresì adottato dall'ISO per la misura dell'esposizione all'inquinamento acustico e del rischio di danno uditivo. Nondimeno, vi sono suoni a fluttuazione rapida o alcuni rari eventi sonori che è difficile descrivere mediante l'indice LAeq. Per ovviare a tale problema, si ricorre a diverse unità di misura supplementari che descrivono l'evoluzione temporale del rumore, vale a dire il livello massimo di pressione sonora Lmax, i livelli di rumore statistici Ln (corrispondenti al (100-n)% di volte in cui il livello è superato), l'indice numerico del rumore (che tiene conto anche del numero degli eventi) e le 'penalità' aggiunte all'indice LAeq. Sono in corso ricerche per perfezionare i metodi di calcolo di tale media temporale.

- Il suo carattere particolare. Quando il suono ha un'unica tonalità o una frequenza molto bassa, può causare grave disturbo. È proprio per tener conto di questo disturbo che vengono spesso aggiunte delle penalità all'indice LAeq.

- Propagazione del suono in campo libero

Dalla relazione $p = (Pw\ pc/4\pi r^2)^{0,5}$ e passando ai livelli, si deduce che in un generico punto in campo libero, posto a distanza **r** da una sorgente puntiforme omnidirezionale, il livello di pressione sonora è desumibile mediante la seguente relazione:

$$\mathbf{LSP = Lp - 10 \log 4\pi r2 = Lp - 20 \log r - 11\ (dB)} \qquad \mathbf{4.6}$$

dove r è la distanza tra sorgente e ricevitore misurata in metri.
Per una superficie emisferica con sorgente, ad esempio, appoggiata su una superficie riflettente la formula diviene:

$$\mathbf{LSP = Lp - 10 \log 2\pi r2 = Lp - 20 \log r - 8\ (dB)} \qquad \mathbf{4.7}$$

Il secondo termine di entrambe le relazioni prende la denominazione di "*attenuazione per divergenza d'onda* A_{div}" ed indica il propagarsi dell'energia sonora lungo un fronte d'onda la cui superficie aumenta in maniera direttamente proporzionale con la distanza.
Noto il livello di potenza sonora della sorgente, le relazioni suddette consentono di prevedere il valore del livello di pressione sonora L_{SP} alla distanza r. Trascurando altri effetti di dissipazione sonora, ad ogni raddoppio della distanza sorgente – ascoltatore l'ampiezza, ovvero il livello di pressione sonora o di intensità si riduce di 6 dB (legge del campo libero): ad esempio, se un ascoltatore posto ad 1 m da una sorgente si sposta a 2 m da essa misurerà un decremento d'intensità di 6 dB, se si sposta a 4 m la riduzione sarà di 12 dB, ad 8 m sarà di 18 dB e così via.

4.7.1 L'ambiente acustico dell'area vasta

La Tavola 13 del SIA, descrive il clima acustico dell'area vasta in cui si inserisce l'area della concessione. I settori in cui si rileva la maggior intensità di rumore (classe 6, > 70 dB – molto elevato) sono localizzati nel centro dell'area del cantiere, all'interno del perimetro di scavo della concessione

mineraria. Le infrastrutture (strade urbane, strade provinciali, ferrovia, etc.) sono affette da rumorosità elevata (classe 5, tra 65 e 70 dB). Man mano che ci si allontana dai sopraelencati poli di rumorosità, il clima acustico progressivamente migliora e compaiono vasti spazî inclusi nella classe 2 (basso – tra 30 e 55 dB) ed alcune *insulae* ricadenti nella classe 1 (fruscio – tra 0 e 30 dB).
L'attività per la quale si richiede la concessione è una miniera di bentonite. Il processo produttivo prevede la rimozione e l'asportazione del minerale a mezzo escavatore o pala meccanica. Il ciclo lavorativo è organizzato su cinque giorni alla settimana in turni di otto ore al dì. Solo sporadicamente l'azienda potrebbe far ricorso a turni straordinari.
La sorgente del rumore dista mediamente dal principale centro abitato di Ozieri circa 12,97 km e 11,03 km dall'abitato di San Nicola (frazione di Ozieri).
Nel caso teorico di assenza totale di ostacoli in campo libero applicando la formula $L_{SP} = Lp - 20 \log r - 8$ (dB) per superfici emisferiche e fonte sonora a contatto con la superficie riflettente (suolo), il livello di pressione sonora L_{SP} sarà compreso tra 32 e 34 dB nel caso di un livello di pressione sonora iniziale di 100 dB (valore desunto dalle misurazioni effettuate per la "*Valutazione* dell'esposizione dei lavoratori al rumore"). Tali valori risultano nettamente al di sotto del rumore di fondo di un centro abitato durante il giorno. Il caso ideale non corrisponde alla realtà dei fatti in quanto la sorgente sonora è separata orograficamente dal centro abitato per cui, a causa di riflessioni e schermature, i valori reali saranno notevolmente ridotti. La Tavola 12 del SIA illustra in dettaglio la diffusione del rumore. In accordo con quanto descritto sopra, l'epicentro del rumore (raggio da 0 ad 8 metri), indubitabilmente, farà registrare livelli sonori compresi fra 82 e 100 dB (classificati come "molto fastidiosi" per l'orecchio umano). Con il graduale allontanamento dalla sorgente il rumore verrà via via scemando, ma sarà ancora fastidioso ad una distanza di 256 m (52 – 58 dB), peraltro del tutto priva di insediamenti abitativi ed infrastrutture. Ad una distanza di 516 m dalla fonte sonora la rumorosità cade a valori compresi fra 44 e 52 dB ossia è inferiore alla rumorosità tipica del centro urbano (Tavola 13 del SIA). Ad oltre 1000 m dall'origine del rumore non sarà più percepibile alcun disturbo proveniente dalla miniera**.** In particolare considerando la Chiesa S. Antioco di Bisarcio un potenziale bersaglio sensibile, si rileva che essendo ad una distanza di circa 2000 m, non risentirà della rumorosità prodotta dalle attività di coltivazione oggetto di studio.

- Metodologia di misura del rumore stradale

Il rumore stradale di fondo è determinato dalle emissioni sonore del motore e del sistema di scappamento. Il rumore prodotto dal contatto fra pneumatici e manto stradale cresce rapidamente con l'aumento della velocità e nei veicoli leggeri il rumore dei pneumatici è diventato la principale sorgente di inquinamento acustico a velocità superiori a 60 km/h. È probabile che tale soglia scenda a 50 km/h e anche oltre, ove siano introdotti valori limite più severi per le emissioni dei veicoli. Il rumore prodotto dall'attrito pneumatici/manto stradale diventerà pertanto, in futuro, un problema fondamentale di cui tener conto nelle strategie per la riduzione dell'inquinamento acustico. Nelle zone urbane, il comportamento al volante costituisce un importante fattore che influenza i livelli di emissione sonora. Una rapida accelerazione o un motore su di giri possono produrre emissioni sonore superiori di ben 15 dB(A) ai livelli normalmente emessi guidando tranquillamente. Le infrastrutture stradali sono utilizzate in egual misura dai trasporti per passeggeri e dai trasporti merci, sebbene la percentuale dei trasporti pesanti tenda a variare considerevolmente. Il trasporto pesante può infatti rappresentare fino al 45% del traffico notturno su autostrada e meno del 10% del traffico diurno nelle zone urbane. Sebbene non sia problematico valutare l'incidenza degli autocarri e delle autovetture in termini di impatto acustico, è difficile suddividere gli effetti fra queste due sorgenti sonore. Tuttavia, alcuni studî hanno dimostrato che a livello percettivo il rumore di un autocarro equivale a quello di sette veicoli leggeri e addirittura al rumore di dieci autovetture nelle aree urbane in cui le velocità non sono costanti.
Essendo il traffico stradale un fenomeno avente carattere di casualità o pseudocasualità, il monitoraggio del rumore da esso prodotto deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana. In tale periodo deve essere rilevato il livello continuo equivalente ponderato "A" per

ogni ora su tutto l'arco delle ventiquattro ore: dai singoli dati di livello continuo orario equivalente ponderato "A" ottenuti si calcola: a) per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni e notturni; b) i valori medi settimanali diurni e notturni. Il microfono deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m. In assenza di edifici il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai recettori sensibili. I valori di cui al punto b) devono essere confrontati con i livelli massimi di immissione stabiliti con il regolamento di esecuzione previsto dall'art. 11 della Legge 26 ottobre 1997 n. 447.

- Relazione con il progetto

Il comune di Ozieri non ha provveduto alla classificazione acustica del territorio, quindi è possibile associare alla maggior parte del suo territorio solamente il limite (transitorio) di immissione assoluto, valido per tutto il territorio nazionale, ma poco tutelante, di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni (in ogni caso l'attività in parola non avrà svolgimento notturno). Questo costituisce, tra l'altro, un ulteriore ostacolo alla previsione del rischio da inquinamento acustico prodotto da sorgenti che non siano infrastrutture di trasporto, per le quali sussiste un regime particolare. In ogni caso, considerando la stima degli effetti delle emissioni sonore producibili nel cantiere in oggetto, non si evidenziano particolari motivi di preoccupazione per la salute dei lavoratori e delle persone coinvolte direttamente o indirettamente nell'attività produttiva.

4.7.2 Vibrazioni

Nelle lavorazioni che producono scuotimenti, vibrazioni o rumori dannosi ai lavoratori, devono adottarsi i provvedimenti consigliati dalla tecnica per diminuirne l'intensità. A livello europeo, è stata pubblicata nel 1993 sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea una "*Proposta di Direttiva del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici* " n. 93/C77/02, successivamente modificata dalla Proposta di Direttiva n. 94/C230/03. Tale proposta riguarda l'esposizione professionale ad una serie di agenti fisici tra cui le vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero e si inquadra nell'ambito delle Direttive sociali emesse in applicazione della direttiva quadro sui luoghi di lavoro 89/391/CEE. Va comunque tenuto presente che alcuni orientamenti sono stati già recepiti dal DPR 459/96 "Direttiva macchine"(recepimento della Direttiva Comunitaria 89/392/CEE), che adottata per le vibrazioni trasmesse al corpo intero e al sistema mano-braccio gli stessi livelli di azione assunti dalla Proposta di Direttiva sugli Agenti Fisici 93/C77/02. In mancanza di riferimenti di legge specifici, ai fini della valutazione dei rischi è necessario ricorrere alle norme di buona tecnica. Il principale riferimento per la misurazione e valutazione di rischio dell'esposizione professionale alle vibrazioni al sistema mano-braccio e al corpo intero è costituito dallo standard ISO. Nel tentativo di colmare l'attuale carenza di criteri valutativi ai fini della prevenzione del rischio da esposizione a vibrazioni, un rischio che determina il 4-5% delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL, e in ottemperanza ad uno dei propri scopi istituzionali, ISPESL ha attivato uno specifico Gruppo di Lavoro, cui ha affidato l'incarico prioritario di proporre Linee Guida per la valutazione del rischio da esposizione a vibrazioni e la redazione dei rapporti di valutazione. Il presente documento è stato redatto in riferimento alle sopraccitate norme ed indicazioni. Il rischio da vibrazioni è presente in molte attività lavorative quali la guida di mezzi di trasporto terrestre, navale o aereo, l'utilizzo di macchine industriali, l'impiego di utensili o strumenti individuali ad elettricità o ad aria compressa animati da movimenti percussori (martelli pneumatici), rotatori (frese, trapani), misti (martelli perforatori). Esse possono trasmettersi, per contatto, all'uomo il quale può riceverne gli effetti solo in taluni distretti oppure nella sua totalità. Le vibrazioni originate dai mezzi di trasporto sono dovute sia alle oscillazioni impresse dal sistema di propulsione del mezzo (vibrazioni periodiche), sia dagli scuotimenti e dalle vibrazioni aleatorie lungo i tre assi, dovute alle irregolarità del terreno o della superficie su cui il mezzo si muove. Queste vibrazioni si trasmettono al conducente e ai passeggeri attraverso il

pavimento o il sedile ed interessano tutto il corpo. Oltre agli effetti diretti sulle persone che utilizzano o lavorano sui mezzi di trasporto, le vibrazioni originate negli aeroporti, stazioni, ecc. possono interessare aree anche rilevanti di territorio intorno a queste strutture. In ambiente industriale possiamo distinguere fra sorgenti di vibrazioni che si trasmettono a tutto il corpo dei soggetti esposti (ad esempio, quelle generate da presse, compressori, impianti di laminazione, ecc., che generano vibrazioni che si propagano attraverso pavimenti, pedane e sedili) e sorgenti di vibrazioni che, pur coinvolgendo in misura limitata tutto il corpo, interessano sostanzialmente il sistema mano-braccio (ad esempio nelle lavorazioni su banco, in cui il banco è isolato dal pavimento, ma si realizza pressoché costantemente un contatto diretto fra le apparecchiature e gli arti superiori del lavoratore, oppure nel caso di utilizzo di strumenti vibranti). Le vibrazioni possono trasmettersi per contatto all'uomo, il quale può avvertirne gli effetti nell'intero corpo o solo in taluni distretti di esso. L'azione delle vibrazioni sull'organismo assume caratteristiche diverse a seconda:

- del tipo di oscillazione: frequenza, accelerazione, durata, direzione di applicazione;
- delle caratteristiche meccaniche del corpo umano; frequenza caratteristica dei singoli organi (con i relativi fenomeni di risonanza), caratteristiche di smorzamento, impedenza e trasmissibilità dei tessuti o di altri ostacoli indossati o utilizzati dagli esposti;
- delle modalità di trasmissione: le vibrazioni possono investire il corpo umano nella sua totalità (attraverso basamenti o pedane in ambiente industriale o abitativo, attraverso pavimenti o sedili nei mezzi di trasporto), oppure essere localizzate a parti di esso (in genere al sistema mano-braccio, a causa dell'utilizzo di utensili vibranti).

Il corpo umano è una struttura notevolmente complessa e anche per quanto riguarda le vibrazioni, a causa delle diverse caratteristiche dei tessuti che lo compongono, presenta risposte diverse alle varie frequenze di risonanza dei vari organi ed apparati. A bassa frequenza, sotto 2 Hz, il corpo umano risponde come una massa unica e omogenea; a queste frequenze la muscolatura scheletrica, irrigidendo l'intero sistema, compensa facilmente la forza applicata; in questo range gli effetti sono direttamente proporzionali all'energia assorbita. A vibrazioni tra 2 e 80 Hz la muscolatura volontaria non riesce più a controllare i movimenti oscillatori delle varie partì del corpo. Esso si comporta non più come una struttura unica, ma come un insieme di masse suscettibili di movimento relativo, collegate tra di loro da strutture elastiche viscose. Ogni componente (od organo) inoltre reagisce in modo diverso a seconda delle sue caratteristiche di massa, inerzia, frequenza caratteristica di risonanza ecc. Al di sopra degli 80 Hz le vibrazioni vengono efficacemente smorzate dai tessuti corporei e la zona interessata, con l'eventuale manifestazione di fenomeni simili a quelli descritti in precedenza, è limitata alle immediate adiacenze del punto di contatto con il corpo vibrante. Gli effetti sono diversi in funzione delle parti anatomiche di ingresso delle vibrazioni e, soprattutto, se interessano il corpo intero (vibrazioni generalizzate) o soltanto alcune parti (vibrazioni localizzate).

- Definizioni

Si definiscono "vibrazioni" i movimenti oscillatori di un corpo aventi carattere ripetitivo nel tempo; come tutti i fenomeni di questo tipo, le vibrazioni sono caratterizzate da una frequenza, espressa in Hertz (Hz), e da un'ampiezza indicata in cm. Altri parametri tipici delle vibrazioni sono la velocità indicata in cm/s e l'accelerazione che si esprime in m/s^2 o in multipli di g (accelerazione di gravita - I g = 9,8 m/s^2). Le oscillazioni caratteristiche delle vibrazioni possono essere libere o forzate, influenzate cioè da una forza esterna, come nel caso dell'utilizzo di strumenti vibranti da parte di un lavoratore. Le vibrazioni sono suddivise, in base agli strumenti o macchine che ne sono all'origine, in tre principali bande di frequenza:

- 0 - 2 Hz: oscillazioni di bassa frequenza, tipiche dei mezzi dei trasporto;
- 2 - 20 Hz: oscillazioni di media frequenza, generate da macchinari ed impianti industriali;
- oltre i 20 Hz: oscillazioni di alta frequenza, tipiche degli strumenti vibranti utilizzati in moltissime attività lavorative.

Le vibrazioni possono essere differenziate, sotto il profilo fisico, in funzione della frequenza, della lunghezza d'onda, della ampiezza, della velocità, della accelerazione. Il potenziale lesivo degli strumenti vibranti, tuttavia, è correlato quasi esclusivamente alla frequenza ed alla accelerazione. I mezzi di trasporto sono responsabili prevalentemente di vibrazioni a bassa frequenza (0-2 Hz), le

macchine industriali producono vibrazioni a media frequenza (2-20 Hz), gli utensili individuali vibrazioni ad alta frequenza (> 20 Hz). Ai fini del Decreto legislativo 187/05, si intende per:
a) vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio nell'uomo, comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare, disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari;
b) vibrazioni trasmesse al corpo intero: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare, lombalgie e traumi del rachide.

- Relazione con il progetto
In relazione all'attività oggetto di studio le vibrazioni sono quelle dovute ai mezzi di trasporto e quelle ai mezzi usati nelle attività di coltivazione.

4.8 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Radiazioni ionizzanti La definizione delle **Radiazioni Ionizzanti** fa riferimento all'effetto che producono sulla materia. La loro natura fisica può essere tuttavia molto diversa, infatti le radiazioni ionizzanti, chiamate anche comunemente "raggi", possono essere costituiti da: onde elettromagnetiche ad altissima frequenza (raggi gamma, raggi x); particelle elementari cariche, come elettroni (costituenti i raggi beta) e protoni, o neutre, come i neutroni; aggregati di particelle elementari (come la radiazione alfa, costituita da particelle formate da due protoni e da due neutroni, in pratica nuclei di elio), frammenti di nuclei pesanti. Tutti questi tipi di radiazione trasportano energia. Nel caso in cui la radiazione sia costituita da particelle dotate di massa è facile immaginare l'energia trasportata come energia cinetica delle particelle medesime. Nel caso della radiazione di natura elettromagnetica, il flusso di energia è la radiazione medesima. A differenza però di quanto l'espressione "flusso di energia" fa pensare, l'energia elettromagnetica è emessa dalle sorgenti di radiazione e assorbita dalla materia, per quantità finite, "pacchetti" di energia, chiamati fotoni. Anche la radiazione ionizzante di natura elettromagnetica ha dunque un carattere corpuscolare: le particelle non sono però masse materiali, ma grani di energia. Si indica come energia della radiazione ionizzante elettromagnetica (x, gamma) la quantità di energia contenuta in un fotone della radiazione, ovvero l'unità di scambio energetico di tale radiazione con la materia. L'intensità della radiazione è invece collegata al flusso complessivo di energia trasportata, ovvero al numero di fotoni. Una radiazione elettromagnetica può essere intensissima, ma non avere alcun effetto ionizzante, se i fotoni di cui essa è costituita non hanno energia sufficiente a produrre l'effetto di ionizzazione. È quello che capita, per esempio, in un forno a microonde, o in prossimità di un faro luminoso, o della piastra riscaldante di una stufa. Tutti esempi di sorgenti di radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti, rispettivamente di microonde, luce visibile e raggi infrarossi. Il confine tra radiazione elettromagnetica ionizzante e non ionizzante è posto convenzionalmente ad un'energia dei fotoni di 13,7 elettronvolt (eV), che è l'energia di legame nello stato fondamentale dell'unico elettrone dell'atomo di idrogeno. Si ha comunemente a che fare con radiazioni x di migliaia di eV, e con radiazioni (di centinaia di migliaia o di milioni di eV. Valori apparentemente molto grandi. In realtà, l'eV è un'unità di misura dell'energia piccolissima, su scala ordinaria. L'energia di un fotone di 1 milione di eV (1 MeV) è dell'ordine di un deci-milli-miliardesimo di joule, dove il joule è l'energia necessaria per sollevare il peso di un chilogrammo di dieci centimetri.

- Relazione con il progetto
Per le caratteristiche del progetto proposto non si prevede, in fase di coltivazione del minerale, produzione di raggi ionizzati così come definiti in precedenza.

- Radiazioni non ionizzanti

Da sempre sulla terra è presente un fondo naturale di radiazione elettromagnetica non ionizzante dovuto ad emissioni del sole, della terra stessa e dell'atmosfera. Il progresso tecnologico ha aggiunto a questo fondo naturale un contributo sostanziale dovuto alle sorgenti legate alle attività umane. L'uso sempre crescente delle nuove tecnologie ha infatti portato, negli ultimi decenni, ad un aumento, sul territorio nazionale, della presenza di sorgenti di campo elettrico, campo magnetico e campo elettromagnetico, rendendo sempre di maggiore attualità la problematica dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (NIR). Le principali sorgenti artificiali di campi elettromagnetici nell'ambiente sono gli impianti per radio telecomunicazione e quelli per il trasporto e la distribuzione di energia, che operano a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz e precisamente: i sistemi di produzione – distribuzione - utilizzo dell'energia elettrica interessano l'intervallo di frequenza da 0 a 300 Hz ed i campi elettromagnetici da essi prodotti sono comunemente chiamati ELF (campi a frequenza estremamente bassa); gli impianti per le radio telecomunicazione generano campi elettromagnetici RF (campi a radiofrequenza o alta frequenza) e riguardano l'intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz. Il termine di radiazioni non ionizzanti (NIR, *Non Ionizing Radiations*) si riferisce a quelle forme di radiazione elettromagnetica, quali onde radio, microonde, infrarosso, visibile ed ultravioletto, che, interagendo con gli atomi della materia, non ne producono la ionizzazione. Tali radiazioni possiedono un'energia minore di 10 eV, che rappresenta, in effetti, la minima energia necessaria per la ionizzazione di un atomo. Si può anche parlare di lunghezza d'onda della radiazione, che si estende da circa 125 nm a svariati chilometri. Per comprendere i danni prodotti sull'organismo umano da una radiazione non ionizzante è necessario ricordare che ad ogni radiazione è associata una ben determinata energia. Tenendo conto che una radiazione elettromagnetica è formata da un campo magnetico e da un campo elettrico oscillanti e fra loro perpendicolari e, a loro volta, perpendicolari alla direzione di propagazione dell'onda, l'energia trasportata dall'onda è espressa da una grandezza fisica chiamata vettore di Poynting il quale rappresenta l'energia che attraversa, nell'unità di tempo, una superficie normale alla direzione di propagazione dell'onda incidente. L'unità di misura è il W/m^2. Quando una radiazione elettromagnetica urta un ostacolo, una parte dell'onda incidente viene riflessa ed una parte trasmessa all'interno del materiale. In questo ultimo caso, nel materiale sono presenti campi magnetici ed elettrici, oscillanti con una frequenza tipica della radiazione stessa, che interagiscono con gli atomi e le molecole della materia attraversata cedendo una parte della loro energia. I meccanismi con cui l'energia viene ceduta dipendono dalla frequenza dell'onda incidente e dalle caratteristiche dei materiali attraversati. Gli effetti di tale cessione d'energia sono diversi in base al materiale attraversato, in particolare se il materiale è un isolante o un conduttore. In un materiale non perfettamente isolante le cariche elettriche sono legate alle molecole a cui appartengono e non possono muoversi se non entro certi limiti. Se viene applicato un campo elettrico esterno oscillante, le cariche tendono a seguire il campo, entrando a loro volta in oscillazione. In tal modo si genera un movimento con conseguente aumento di energia meccanica che si trasforma in energia termica ed al tempo stesso diminuisce l'energia dell'onda incidente. In generale, all'aumentare della frequenza dell'onda incidente aumenta la cessione di energia e l'onda viene assorbita sempre più in superficie. Ad esempio, un'onda di 100 MHz può penetrare il tessuto umano molle sino ad una profondità di poco più di 10 cm, mentre per una frequenza di 10.000 MHz il potere di penetrazione è appena superiore ad un centimetro. La seguente tabella fornisce i valori della profondità di penetrazione, espressa in centimetri, in alcuni tessuti biologici, in funzione della frequenza in MHz.

Tipo di tessuto	**Frequenza (MHz)**		
	100	200	400
Cristallino	9,42	4,39	4,23
Tessuto adiposo	20,45	12,53	8,52
Tessuto muscolare	3,451	2,32	1,84
Sangue	2,86	2,15	1,787
Pelle	3,765	2,78	2,18

Nel caso di un materiale conduttore la situazione è totalmente diversa poiché gli elettroni di conduzione sono liberi di muoversi e nel corpo stesso si generano correnti indotte quando è posto in un campo elettromagnetico. L'effetto di queste correnti genera produzione di calore per effetto Joule. La Tabella 4.8/A riassume i principali effetti prodotti sul corpo umano dalle radiazioni non ionizzanti.

Parte dello spettro ottico	**Meccanismi rilevanti d'interazione**	**Effetti sanitari**
Radiazione ultravioletta UVA, UVB, UVC (da 180 a 400 nm)	Alterazioni fotochimiche di molecole biologicamente attive come DNA, lipidi e proteine.	Eritema acuto, cheratite, congiunti-vite, cataratta, fotoretinite, invecchiamento accelerato della pelle, cancro della pelle
Radiazione visibile (da 380 a 600 nm).	Alterazioni fotochimiche di molecole biologiche nella retina.	Fotoretinite ("danno da luce blu")
Radiazione visibile e nel vicino infrarosso (IRA) (da 400 a 1.400 nm).	Attivazione o inattivazione termica	Danno termico: ustioni di pelle e retina
Radiazione nell'infrarosso intermedio (IRB) e lontano (IRC) (da 3 μm a 1 mm).	Attivazione o inattivazione termica. Coagulazione	Danno termico: ustioni di pelle e cornea, cataratta. Denaturazione termica di proteine. Coagulazio-ne/necrosi dei tessuti.
Radiazione laser (da 180 nm a 1 mm)	Fotochimico, fototermico, fotoacustico, durata dell'esposizio-ne < 100μ s. Fotoablativo , durata dell'esposizione < 100 ns. Formazione di bolle o di plasma (cambio di fase). Effetti ottici non lineari.	Danneggiamento di tessuti. Ustioni della pelle. Ustioni oculari. Vaporizzazione di tessuti.
Campi elettrici statici	Cariche elettriche superficiali	Effetti di fastidio. Scosse.
Campi magnetici statici	Induzione di campi elettrici in fluidi in movimento ed in tessuti	Effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale.
Campi elettrici variabili nel tempo (fino a 10 MHz)	Cariche elettriche superficiali. Induzione di campi elettrici e correnti elettriche.	Effetti di fastidio. Scosse elettriche e ustioni. Stimolazione di cellule nervose e muscolari; effetti su funzioni del sistema nervoso.
Campi magnetici variabili nel tempo (fino a 10 MHz)	Induzione di campi elettrici e correnti elettriche.	Stimolazione di cellule nervose e muscolari; effetti su funzioni del sistema nervoso
Campi elettromagnetici (da 100 kHz a 300 GHz)	Induzione di campi elettrici e correnti elettriche; assorbimento di energia nel corpo. > 10 GHz: assorbimento superficiale di energia. Impulsi < 30 μs, da 300 MHz a 6 GHz, propagazione di onde termoacustiche.	Riscaldamento superficiale eccessivo. Fastidio per l'effetto acustico delle microonde.

Tabella 4.8/A: principali effetti prodotti sull'uomo dalle radiazioni non ionizzanti

- Relazione con il progetto

Per le caratteristiche del progetto proposto non si prevede, in fase di coltivazione produzione di radiazioni non ionizzanti così come definiti in precedenza**.**

4.9 Paesaggio

Il paesaggio dell'area della concessione, soprattutto lungo le superfici pianeggianti presenta segni evidenti di antropizzazione dovuti a marcati interventi di trasformazione agricola.

Nel sito in esame sono presenti numerosi fabbricati rurali a servizio dei fondi agricoli e non si segnalano, invece, insediamenti abitativi concentrati. Nella Tavola 17 del SIA è riportata una restituzione fotografica dell'area di scavo da tre punti di osservazione differenti.

- Relazione con il progetto

Il potenziale impatto visivo dovuto alla realizzazione del progetto, è analizzato nella Tavola 14 del SIA, dove si vede che la visibilità massima e quindi il massimo impatto visivo si ha in prossimità dell'area di scavo. Per limitare tale impatto si avrà l'accortezza di posizionare il suolo e gli sterili derivanti dagli scavi in strati che non supereranno i 5 m di altezza, anche se non esistono problemi di visibilità rispetto a strade pubbliche importanti o centri abitati, essendo l'area morfologicamente incassata.

4.10 Aree, componenti, fattori ambientali, loro relazioni ed eventuali criticità

Al fine di tenere sotto controllo le dinamiche evolutive dei differenti aspetti ambientali determinate dall'innesto dell'attività mineraria nel contesto in questione, occorre predisporre azioni e/o reti di monitoraggio per i punti di criticità evidenziati sopra ossia: 1) suolo e sottosuolo: la criticità è intrinseca alla natura degli stessi. L'azione da predisporre consiste nel contenere al minimo l'area di scavo, asportando ed accantonando il suolo per il successivo ripristino da attuarsi prima della successiva campagna estrattiva. **2)** Uso del suolo: ci si trova innanzi ad un reale sfruttamento agricolo del suolo destinato in prevalenza a *seminativi semplici e colture orticole a pieno campo*. Non vi sono azioni specifiche da adottare da parte del concessionario, infatti il ripristino restituirà il suolo verosimilmente alle stesse condizioni di quelle di partenza. **3)** Idrografia: la criticità è rappresentata dall'alterazione, delle direttrici di deflusso causate dagli scavi. L'azione da predisporre consiste nel rimodellare i compluvî secondo le esigenze contingenti di smaltimento. **4)** Flora: il fattore di criticità è rappresentato dalla necessità d'asportazione del suolo. L'azione di mitigazione prevede l'accantonamento del suolo ed il ripristino delle essenze vegetali al termine dei lavori. **5)** Fauna: il fattore di criticità è rappresentato dall'allontanamento temporaneo della fauna a causa della rumorosità del sito e dell'attività umana. L'esperienza presso altri cantieri similari induce a credere che, trascorso un certo periodo d'ambientamento, gli animali riprenderanno a frequentare l'area circostante il sito. **6)** Rumore: non si ravvisano particolari elementi di criticità in quanto la concessione è sufficientemente lontana dai centri abitati, non sono in progetto impianti di lavorazione del minerale e l'estrazione del minerale avverrà esclusivamente con mezzi meccanici. Ciò nonostante le emissioni acustiche saranno monitorate nel tempo per verificarne le variazioni di intensità e frequenza. **7)** Qualità dell'aria: l'elemento di criticità è costituito dalle emissioni prodotte dai motori in esercizio (escavatori, dumpers, veicoli) e polveri generate dal movimento di terra e sollevate dal vento e dal traffico veicolare. Per valutare costantemente la qualità dell'aria sarà predisposto quanto necessario per monitorare nel tempo questo primario aspetto ambientale. Non mancheranno, comunque, le azioni di prevenzione, quali, per esempio, l'innaffiamento delle strade e dei piazzali, la sospensione dei lavori nei giorni di maggiore ventosità e la costante manutenzione dei mezzi operativi. **8)** Paesaggio: l'elemento critico è individuato nella sua alterazione ad opera degli scavi. Le azioni proposte per mitigare le modificazione indotte sono le caratteristiche progettuali degli scavi (dimensioni ridotte), ripristino ambientale previsto contestualmente ai lavori di coltivazione, nell'accurata selezione delle specie vegetali da impiegarsi con particolare riferimento alle miscele di sementi, alle specie arbustive ed arboree da mettere a dimora che dovranno essere quelle autoctone presenti prima della coltivazione. **9)** Beni archeologici e culturali: all'interno dell'area di pertinenza della concessione si evidenzia la presenza del Nuraghe Martinzana (Tavola 16 del SIA), ma dista più di 100 metri dall'area del cantiere, distanza di rispetto ai sensi dell'art. 49 comma 1 lettera a) delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale. **10)** Viabilità: l'elemento di criticità individuato consiste nell'aumento del traffico indotto dall'esercizio dell'attività mineraria. **11)** Salute pubblica: l'elemento di criticità è determinato dal rumore e dal sollevamento di polveri causato dai mezzi operativi.

4.11 Le risorse: usi plurimi, priorità ed usi potenziali coinvolti dalla realizzazione del progetto

L'area interessata dall'attività risulta compresa nella Zona "E", *agricola* del Piano Regolatore del Comune di Ozieri.
Il progetto prevede la sottrazione di di 9,84 ha di territorio all'attività agricola, pertanto, la sua interferenza con detta attività è minima.

4.12 Livelli di qualità preesistenti all'intervento

Suolo e sottosuolo: nel complesso si tratta di zone antropizzate e notevolmente sfruttate a fini agropastorali. L'assetto della vegetazione risente, oltre che del tipo di substrato geologico, delle attività agropastorali succedutesi nel tempo, nonché dei numerosi incendi, come testimonia la presenza di essenze tipiche della macchia degradata.
Acque superficiali e sotterranee: Il Riu Mannu di Ozieri non scorre in zone potenzialmente vulnerabili da nitrati; la distribuzione di fitofarmaci a livello comunale si aggira tra 3,01 e 7,0 kg / ha SAU Totale (qualità buona); la densità del BOD_5 di origine zootecnica rapportata alla superficie comunale varia tra 5,02 ÷ 9,07 t / anno / km^2 (qualità); la densità del COD di origine zootecnica, rapportato alla superficie comunale, varia tra 9,19 ÷ 16,63 t / anno / km^2 (qualità buona); il P di origine zootecnica rapportato alla superficie comunale varia tra 0,36 ÷ 0,63 t / anno / km^2 (qualità sufficiente); l'N di origine zootecnica rapportato alla superficie comunale varia tra 1,90 ÷ 3,27 t / anno / km^2 (qualità); il P di origine agricola, rapportato alla SAU, varia tra 16,0000001÷20,0000001 kg / ha / anno (qualità buona); l'N totale di origine agricola, rapportato alla SAU, varia tra 20,0000001 ÷ 40,0000000 kg / ha / anno (qualità buona).
I carichi potenziali di origine civile relativi al Comune di Ozieri relativi alla popolazione del 2001 (8024 abitanti) contribuiscono con 177,02 t/anno di BOD_5, 324,53 t/anno di COD, 4,43 t/anno di P e 28,32 t/anno di N.
I carichi potenziali industriali contribuiscono con 258,51 t/anno di BOD_5, 661,51 t/anno di COD, 1,05 t/anno di P e 116,01 t/anno di N.
La morfologia sub-pianeggiante, la modesta estensione degli impluvi, i limitati ruscellamenti superficiali, escludono il verificarsi di fenomeni erosivi apprezzabili. Non esistono dati sulla qualità delle acque sotterranee.
Rumore: per le zone in esame non esistono dati statistici e\o storici che evidenzino l'intensità, la tipologia e l'incidenza delle emissioni sonore del traffico veicolare nelle varie ore del giorno e nelle diverse stagioni.
Qualità dell'aria: non esistono zone critiche e fonti di emissioni rilevanti. I valori di CO, NMVOC, NO_X, Particolato, SO_2, ricavati per l'intero territorio comunale in assenza di misurazioni sul campo secondo quanto stabilito dal D. Lgs. 351/99, non evidenziano situazioni di pericolo per la salute. L'areale di cui trattasi è caratterizzato da bassa densità abitativa e da sostanziale assenza di insediamenti industriali, in cui le attività umane non dovrebbero essere responsabili di emissioni inquinanti a livelli significativi.

4.13 Stima qualitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale

Gli impatti ambientali potenziali derivanti dall'attività di coltivazione sono ben noti grazie alle esperienze acquisite ed agli studî pregressi. La definizione di "*impatto potenziale*" comprende l'insieme degli effetti sull'ambiente correlati all'attività in questione; mentre "*gli impatti reali*" sono quelli associati alle caratteristiche dimensionali ed operative dell'attività di coltivazione. Sotto questo aspetto l'impatto potenziale può trovare condizioni idonee per trasformarsi in impatto reale. Gli effetti sulle componenti ambientali possono essere diretti o indiretti, mentre dal punto di vista dell'estensione cronologica dell'attività possiamo suddividere gli impatti in temporanei o permanenti. Il presente capitolo fornisce una descrizione degli impatti potenziali e reali che l'attività in parola indurrà sulle differenti componenti ambientali individuate.

4.13.1 Atmosfera

- Impatti potenziali

La loro origine è duplice. Una fonte è costituita dalle emissioni gassose prodotte dai mezzi meccanici impegnati nelle lavorazioni estrattive e dal gruppo elettrogeno. La seconda sorgente è composta dalle polveri sollevate durante le fasi di abbattimento, carico e trasporto del minerale. L'interazione di queste fonti con l'atmosfera dipende da fattori climatici quali direzione ed intensità dei venti, grado di umidità, temperatura, piovosità.

- Impatti reali

La concentrazione nell'atmosfera dei gas di scarico dei mezzi meccanici e del gruppo elettrogeno è fortemente correlata alle dimensioni delle particelle. Quelle che hanno un diametro superiore a 50 micrometri precipitano piuttosto velocemente e danno luogo a fenomeni di inquinamento in un raggio piuttosto ristretto. Al contrario, le particelle più piccole possono fluttuare in sospensione per tempi molto lunghi, fintantoché urti casuali e forze di attrazione non ne provocano l'agglomerazione in masserelle sempre più grandi che si depositano al suolo. Le polveri PM10 possono rimanere in sospensione per circa 12 ore, mentre le particelle con diametro inferiore ad 1 micrometro possono depositarsi anche dopo un mese. La dispersione delle polveri derivanti dall'abbattimento del minerale è influenzata dalla granulometria del materiale. Nel caso specifico si tratta di argille che verranno coltivate in periodi di scarsa piovosità. Sotto queste condizioni l'immissione in atmosfera può manifestarsi in condizioni di ventosità elevata che, in base ai dati meteorologici, si verificano assai di rado.

- Considerazioni

L'analisi innanzi esposta consente di asserire quanto segue:

- l'impatto è massimo nei mesi primaverili ed estivi a scarsa umidità ed elevata ventosità (relativamente alla zona);
- la distribuzione di polveri e gas di scarico è controllata dai venti dominanti, in prevalenza quelli dei quadranti meridionali SW, Libeccio e S, Ostro) seguiti dal Ponente (W);
- i centri di emissione seguono la coltivazione dei lotti;
- la durata degli impatti è "temporanea", in sincronia con l'attività estrattiva.

Nel complesso gli impatti sono estremamente limitati, oltretutto essendo l'opera di piccola estensione, avranno esclusivamente valenza locale e nessuna incidenza sul quadro climatico.

- Interventi di mitigazione

Nonostante le motivazioni addotte poc'anzi, si ricorrerà alla migliore tecnologia per mitigare gli impatti. In particolare si procederà ai seguenti interventi:

- si farà ricorso a mezzi meccanici ad elevata produttività, bassi consumi e basse emissioni, in completo accordo con le normative vigenti.
- Nel corso dei lavori di coltivazione, nelle giornate più aride, si provvederà ad irrorare l'area di lavoro, le piste ed i piazzali con acqua nebulizzata.

4.13.2 Ambiente idrico

- Impatti potenziali sulle acque superficiali

Il principale tipo di impatto potenziale è legato all'alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque. In termini generali ciò si esplica con una variazione del grado di torbidità, delle caratteristiche chimiche ed organolettiche, generate dall'immissione nel corpo idrico di materiali fini ed altre sostanze prese in carico dalle acque di dilavamento provenienti dalla fronte di scavo e/o da altre superfici esposte ai lavori minerarî.

- Impatti potenziali sulle acque sotterranee

Nel sistema idrico sotterraneo si possono riscontrare le medesime variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche a cui potrebbero essere soggette le acque superficiali. Inoltre, gli scavi potrebbero alterare sensibilmente la capacità di infiltrazione delle acque meteoriche.

- Impatti reali sulle acque superficiali

Il minerale estratto è costituito da argille bentonitiche le quali non hanno effetti inquinanti, di conseguenza si possono escludere, fenomeni di inquinamento chimico. Occorre, invece, tenere in considerazione i fenomeni di torbida generati dall'immissione di materiali fini, provenienti dall'area operativa dilavata dalle acque meteoriche, le variazioni della morfologia dei bacini con conseguente alterazione del regime idrico delle acque rispetto alle condizioni naturali ed i versamenti accidentali di olii o idrocarburi nel corso delle fasi di manutenzione dei mezzi d'opera o del loro rifornimento.

- Impatti reali sulle acque sotterranee

All'interno del perimetro della concessione non si segnalano sorgenti (Tavola 5 del SIA), in ogni caso, considerata la permeabilità complessivamente medio – bassa per porosità si prevede l'impiego di appositi solventi e/o schiume in caso di versamento accidentale di olii o idrocarburi.

- Considerazioni

Dall'analisi dell'ambiente idrico emerge che gli unici fattori di rischio di un certo rilievo sono costituiti da versamenti accidentali di olii ed idrocarburi nelle fasi di manutenzione e rifornimento dei mezzi operativi. Non ci saranno alterazioni alla morfologia dei bacini e al regime idrico delle acque.

- Interventi di mitigazione

Le soluzioni atte ad ovviare tutti i problemi prospettati consistono nel:

- Ricavare aree adeguate ove eseguire i lavori di manutenzione degli automezzi ed adottando, contestualmente, opportuni accorgimenti per evitare qualunque tipo di fuoriuscita di liquido.
- Versare gli olii in appositi contenitori al fine di consegnarli a ditte specializzate autorizzate allo smaltimento.
- Dotare la zona di rifornimento dei mezzi di un bacino di contenimento per evitare la dispersione accidentale del gasolio.
- Realizzare un canale di guardia a monte dei lotti onde limitare il dilavamento delle superfici di scavo.

4.13.3 Sottosuolo e suolo

- Impatti potenziali sul sottosuolo

Si possono lamentare due tipi principali di impatto:

- Consumo del sottosuolo. È dovuto alla scomparsa del sottosuolo imputabile agli scavi per l'asportazione del minerale.
- Degradazione del sottosuolo in senso geotecnico. Comprende il degrado delle caratteristiche geotecniche di aree e versanti causato dagli assestamenti direttamente imputabili ai lavori di coltivazione.

- Impatti potenziali sul suolo

Anche qui prevalgono due tipi di impatto:

- Degradazione del suolo in senso pedologico. Questo impatto scaturisce dalle modificazioni prodotte al profilo del suolo dalla sedimentazione, nei tratti a valle, dei materiali pelitici trasportati dai corsi d'acqua che discendono dalle aree minerarie. Il modellamento di scarpate che alterano le pendenze dei versanti può comportare l'incremento della velocità delle acque meteoriche e la conseguente erosione accelerata del suolo.
- Consumo del suolo. Il fenomeno è dovuto alla scomparsa di suolo per effetto di scavi che ne implicano l'asportazione o per sepoltura sotto ingenti quantità di inerti di discarica.

- Impatti reali sul sottosuolo

Si verificheranno entrambi gli impatti potenziali descritti sopra.

- Impatti reali sul suolo

L'impatto sul suolo è elevato sulle superfici interessate dai lavori, ma queste hanno un'estensione estremamente limitata (circa 9,84 ettari complessivi).

- Considerazioni

Siamo in presenza di impatti permanenti per quanto concerne il sottosuolo e di impatti temporanei riguardanti il suolo. Gli impatti permanenti sono connaturati all'essenza stessa dell'attività mineraria e, in quest'ottica, non possono essere evitati. Gli impatti transitori (degradazione e consumo del suolo) prevedono, con opportuni accorgimenti, il ripristino dei luoghi al termine dei lavori di estrazione.

-Interventi di mitigazione

L'oggetto stesso dell'attività mineraria è l'asportazione del sottosuolo, di conseguenza non vi sono alternative atte ad impedire questo fatto, tuttavia, il progetto è stato concepito per minimizzare il volume di materiale di scavo.

Gli interventi di mitigazione degli impatti sulla risorsa suolo prevedono l'asportazione del suolo per orizzonti ed il loro conferimento in discarica, rispettando la sequenza originale, in attesa del reimpiego nei lavori di ripristino nell'esatta disposizione originale.

4.13.4 Vegetazione e fauna

- Impatti potenziali

Queste due componenti ambientali fungono da catalizzatore degli impatti. La loro esistenza è resa possibile dall'equilibrio instauratosi con l'ambiente circostante e dalla capacità di reazione alle lente modificazioni apportate dalle attività agropastorali.

L'attività mineraria altera rapidamente la "naturalità" dei luoghi (velocità che, di per sé, costituisce già un elemento d'impatto) apportando le seguenti modificazioni:

- distruzione del manto vegetale;
- abbattimento di specie arboree incluse nel perimetro della zona operativa;
- allontanamento della fauna.

- Impatti reali

La programmazione dei lavori operativi prevede la divisione dell'attività estrattiva in 3 lotti di dimensioni variabili fra circa 31.171 m^2 e 33.917 m^2, coltivati grossomodo in sequenza da Ovest verso Est, su una superficie complessiva di circa 9,84 ha (l'area realmente interessata da lavori operativi di coltivazione e ripristino).

Il ripristino è contestuale ai lavori di scavo per cui ad una nuova area di scavo corrisponderà il riempimento dell'area di scavo precedente ed il suo progressivo ripristino. Questi dati sono fondamentali per la valutazione complessiva dell'impatto ambientale. L'assetto definitivo che assumerà tutta l'area interessata dalla coltivazione avrà una morfologia simile alla situazione originaria con la sola variazione di un abbassamento massimo della parte sub-pianeggiante di 6-7 m, la qual cosa non apporterà variazioni per quanto riguarda lo scolo delle acque superficiali né causerà situazioni di accumulo o ristagno delle acque. Infatti, la differenza tra i volumi di scavo e i volumi di materiale per i ripristini , tenuto conto degli aumenti di volume tra lo stato del materiale in situ e lo stato del materiale ricollocato a ripristino, è minima e tale da consentire una ricostruzione della morfologia in modo da garantire il regolare deflusso delle acque superficiali secondo le direzioni originali.

Gli impatti principali che si potranno avere dall'attuazione del progetto sono limitati all' asportazione temporanea dello strato superficiale del terreno nel luogo di scavo e alla produzione di rumori e polveri durante le operazioni di coltivazione. In entrambi i casi si tratta di impatti reversibili e temporanei, che cesseranno alla fine dell'attività estrattiva. Infatti, il suolo asportato dovrà essere riposizionato nel sito e verrà così ripristinato lo status ante evento. L'effetto delle polveri sulla vegetazione sarà limitato alla stagione secca e, comunque, si risolve in un modesto rallentamento della attività fotosintetica in quanto la ventosità dell'area diluisce la quantità di polveri che si abbattono al suolo grazie alla loro dispersione su una area molto vasta. La quantità di polveri prodotte è comunque limitata in quanto il materiale estratto *(bentonite)* è poco friabile.

Questo tipo di effetti sono definiti contestuali temporanei, ovvero che sorgono e si esauriscono con la fine dell'attività estrattiva, limitati nel tempo e facenti parte delle operazioni che ciclicamente ricorrono nell'attività di cava.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle polveri nell'area di scavo, che potranno influenzare la flora al contorno, saranno prodotte dalle macchine escavatrici e dai mezzi di trasporto. La produzione di polveri avverrà solo nel periodo estivo *(nei mesi invernali si avrà la formazione di fanghiglia)* e che riversandosi nelle zone immediatamente circostanti, a distanze diverse in funzione delle condizioni di ventosità e di umidità relativa, produrrà un impatto trascurabile in quanto si presentano in bassa concentrazione e, grazie all'elevata ventosità, disperse su aree vaste. Detto ciò, congiuntamente al fatto che a differenza delle rocce nella coltivazione di bentonite la produzione di polveri non è significativa, si può ragionevolmente ritenere che l' incidenza delle polveri come fattore impattante sia minima. Allo stesso modo la circolazione dei mezzi pesanti per l'allontanamento dei prodotti non inciderà in modo rilevante sull'immediatezza delle strade, in parte per i succitati motivi ma, soprattutto perché bitumate per la maggior parte.
La fauna di quest'area è sia di interesse naturalistico, per il mantenimento della biodiversità, che di interesse venatorio. Per quanto riguarda le specie di interesse venatico, queste convivono con l'attività di cava. L'azione di disturbo derivante dai rumori, dal traffico e dall'antropizzazione dei luoghi può spingere gli animali verso spazi diversi dalle loro abitudini, più tranquilli, dai quali però rientrano regolarmente finita l'azione di disturbo come nelle ore notturne quando viene interrotta l'attività di cava. In adiacenza della cava si svolgeranno normalmente le attività zootecniche, quali l'allevamento del bestiame sia estensivo che intensivo, stabulato e semistabulato.
Un discorso analogo può essere fatto riguardo alle specie il cui habitat di elezione può essere quello della vicine zone S.I.C. e Z.P.S per cui, ai sensi della direttiva 92/43/CE, si richiede un attenzione particolare e azioni di salvaguardia. Poiché il progetto non interesserà questi habitat e le cause di minaccia per le specie che si intende salvaguardare sono i frequenti incendi, episodi di bracconaggio e l'uso massiccio di insetticidi, si può tranquillamente affermare che l'opera di sfruttamento della cava non inciderà negativamente su queste specie.
In conclusione, per quanto riguarda la fauna, gli effetti derivanti dalla coltivazione della cava sono limitati e, cosa significativamente importante, sempre reversibili.
Essendo irrilevanti gli impatti agenti sulle componenti ambientali aria, acqua, suolo e sottosuolo e vegetazione che sono direttamente collegati al mantenimento delle specie presenti in loco, non si evince la presenza di alcun "fattore limitante" riguardo la sopravvivenza delle popolazioni in essere.

- Interventi di mitigazione

L'attività di studio e monitoraggio permetterà di definire gli aspetti principali e le dinamiche dell'area, con particolare riguardo al territorio in cui ricade il progetto di coltivazione mineraria.
Al fine di limitare gli influssi negativi dell'attività mineraria sulla componente vegetazionale si procederà ad attuare i seguenti interventi:

- riutilizzo immediato dell'humus di scotico senza significativi fenomeni di degrado organico e fisico dello stesso;
- il suolo asportato dovrà essere riposizionato nel sito e verrà così ripristinato lo status ante evento negli anni successivi all' intervento, la fase di manutenzione delle specie vegetali, con:
- concimazioni;
- irrigazioni (nei periodi più caldi);
- semina di specie erbacee;
- risarcimento delle fallanze;
- inserimento di nuove e più esigenti specie arbustive o arboree.

4.13.5 Ecosistema

- Impatti potenziali

Alla base di una definizione razionale di ecosistema sta l'osservazione che nessun organismo vive nell'isolamento, bensì è in relazione sia con l'ambiente fisico-chimico che lo circonda sia con altri esseri viventi.
Dall'altra ogni essere vivente, essendo oltre che soggetto attivo anche soggetto passivo di queste interazioni, trova proprio in esse un limite alla capacità di sopravvivere e riprodursi. L'attività mineraria comporta l'alterazione della complessa rete di relazioni tra gli organismi e tra questi e

l'ambiente fisico-chimico. Le interferenze dovute all'attività in progetto che possono creare ripercussioni negative per l'ecosistema sono di seguito enumerate:

- alterazione dello stato fisico-chimico del suolo;
- modificazioni morfologiche del paesaggio;
- alterazione del chimismo delle acque;
- variazioni del percorso dei corsi d'acqua;
- variazioni nel trasporto solido dei corsi d'acqua;
- variazioni delle portate dei corsi d'acqua;
- alterazione del manto vegetale;
- allontanamento della fauna.

- Impatti reali

Gli ecosistemi che insistono nel perimetro dei lotti sono essenzialmente due, inclusi nella più vasta definizione di "ecosistemi seminaturali": ecosistema dei pascoli arborati delle aree collinari ed ecosistemi produttivi o agroecosistemi. Su di essi incideranno le alterazioni fisiche del suolo, del quale, come più volte ribadito nel corso della presente trattazione, è prevista la totale asportazione con conseguente scomparsa delle specie vegetali ed allontanamento della fauna selvatica che ne trae rifugio e/o sostentamento e dei predatori di quest'ultima. Versamenti accidentali di sostanze lubrificanti o carburante possono comportare fenomeni di inquinamento di suoli e acque. È escluso che si verificheranno alterazioni del chimismo delle acque o della loro portata non essendo necessari impianti di eduzione. Potrebbero, altresì, avvenire cambiamenti nella portata solida qualora le acque di dilavamento dovessero prendere in carico i materiali fini presenti nel cantiere.

- Considerazioni

L'ecosistema, essendo la somma di varie componenti ambientali biotiche e fisico-chimiche, è quello che in maggior misura risente delle alterazioni alla sua integrità. Con riguardo all'area in esame vi sarà un passaggio da un "ecosistema seminaturale" ad un "ecosistema delle aree urbane ed industriali". Tutti gli impatti reali descritti avranno carattere transitorio, quindi, una volta completato il ripristino, l'ecosistema assumerà il primitivo carattere di "seminaturalità".

- Interventi di mitigazione

Si prevedono i seguenti interventi di limitazione degli impatti:

- asportazione del suolo per orizzonti e suo conferimento in discarica, rispettando la sequenza originale, in attesa della sua risistemazione, in fase di ripristino, nell'esatta disposizione originale;
- ripristino della vegetazione preesistente nelle aree della miniera che progressivamente saranno dismesse;
- disposizione di aree adeguate ove eseguire i lavori di manutenzione degli automezzi e adozione contestuale di opportuni accorgimenti per evitare qualunque tipo di fuoriuscita di liquido;
- conferimento degli olii in appositi contenitori al fine di consegnarli a ditte specializzate autorizzate allo smaltimento;
- predisposizione nella zona di rifornimento dei mezzi di un bacino di contenimento per evitare dispersione accidentale di gasolio;
- realizzazione di un canale di guardia a monte dei lotti onde limitare il dilavamento delle superfici di scavo.

4.13.6 Salute pubblica

- Impatti potenziali

Tra tutte le componenti ambientali la salute pubblica riveste il maggior interesse in quanto collegata al benessere dell'individuo e della collettività. I potenziali pericoli per la salute possono derivare da:

- rumore vibrazioni,
- polveri e gas di scarico,
- inquinamento delle acque.

- Impatti reali

Premesso che la zona circostante la concessione è frequentata, in ore diurne, solamente dai lavoratori del settore agro zootecnico si precisa che la natura del minerale in oggetto è tale da non comportare alcun pericolo per la salute pubblica. Inoltre, come evidenziato nel capitolo inerente l'atmosfera, i venti dominanti provengono da SW, ma i dati statistici confermano che difficilmente le loro velocità superano i 55 km/h. Non è prevista la produzione di vibrazioni, mentre il livello di rumorosità sarà compreso, come si evince dalla Tavola. 13 del SIA, ritenuto "fastidioso" (82 – 76 dB) solo nel raggio di 8-16 m ma non arriva a superare i 58 – 52 dB all'interno dell'area del cantiere. Tali valori risultano nettamente al di sotto del rumore di fondo di un centro abitato durante il giorno. Il caso ideale non corrisponde alla realtà dei fatti in quanto la sorgente sonora è separata orograficamente dal centro abitato per cui, a causa di riflessioni e schermature, i valori reali saranno notevolmente ridotti.

- Considerazioni

Quanto appena esposto autorizza a ritenere pressoché insignificanti i livelli di esposizione dei non addetti ai lavori alle conseguenze dell'attività mineraria. Il discorso va impostato diversamente per le maestranze essendo queste in continuo contatto con polveri, gas di scarico e rumore ed altri pericoli connessi alla natura dei lavori. Il Documento di Sicurezza e Salute (D.lgs. 624/96) affronta dettagliatamente il caso dei lavoratori, tuttavia, in questa sede è possibile accennare alcuni strumenti di tutela per la salute delle maestranze.

- Interventi di mitigazione

- Si farà ricorso a mezzi meccanici ad elevata produttività, bassi consumi e basse emissioni, in completo accordo con le normative vigenti;
- nel corso dei lavori di coltivazione, nelle giornate più aride, si provvederà ad irrorare l'area di lavoro, le piste ed i piazzali con acqua nebulizzata;
- lungo il perimetro dell'area di coltivazione sarà predisposta una barriera vegetale in funzione di "filtro" antipolvere ed antirumore;
- saranno utilizzati mezzi dotati di cabine munite di condizionatore d'aria e filtri antipolvere;
- ciascun lavoratore sarà dotato di mascherine antipolvere e cuffie antirumore.

4.13.7 Rumore e vibrazioni

- Impatti potenziali

Il clima acustico influenza notevolmente la qualità della vita di persone e animali, inducendo situazioni di stress quando si superano i limiti di tollerabilità per intensità tonale o per durata dell'evento. Le potenziali fonti di disturbo possono essere individuate nei seguenti fattori: impiego di materiale detonante; rumori generati dalla movimentazione dei mezzi adibiti all'abbattimento ed al trasporto del minerale; vibrazioni causate dagli impianti di trasformazione del minerale.

- Impatti reali

La conduzione della miniera di Monte Furros non prevede l'abbattimento del minerale tramite esplosivi. La trasformazione del minerale avverrà negli impianti di Villaspeciosa (CA). L'unica fonte di rumore deriverà dai mezzi meccanici per l'abbattimento, il carico ed il trasporto del minerale.

- Considerazioni

Tenuto conto che la durata dei lavori si estenderà per circa 220 giornate lavorative all'anno, ciascuna della durata di 8 ore e nel solo periodo diurno, della cortina vegetale attorno al perimetro degli scavi e della ubicazione orografica, il clima acustico rasenterà quello esistente determinato dall'abituale rumore di fondo del centro abitato per cui l'unica fonte di preoccupazione è la salute delle maestranze a tutela della quale saranno adottate opportuni provvedimenti.

- Interventi di mitigazione

Gli scavi saranno effettuati al di sotto del piano di campagna e questo costituisce già un fattore di attenuazione del rumore. Gli altri interventi prevedono:

- manutenzione costante dei mezzi al fine di mantenere la loro rumorosità nei limiti di legge;

- fornitura alle maestranze di cuffie antirumore;
- piantumazione di specie arboree ad alto fusto in funzione di schermo antirumore.

4.13.8 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

- Impatti potenziali delle radiazioni ionizzanti

Tra tutte le fonti di inquinamento a cui può essere sottoposto l'uomo, quella da radiazioni ionizzanti è la più subdola in quanto non abbiamo organi sensoriali che ne percepiscano la presenza. I danni che derivano dall'esposizione a radiazioni sono i seguenti:

- alterazioni all'apparato riproduttivo, in quanto il patrimonio genetico può essere danneggiato dall'esposizione a radiazioni;
- lesioni al midollo osseo, in quanto le cellule del sangue sono molto sensibili a questo tipo di radiazioni;
- lesioni alla pelle che possono portare alla degenerazione neoplastica dei tessuti.

- Impatti potenziali delle radiazioni non ionizzanti

I rischi specifici legati all'emissione di onde radio e di microonde sono legati all'interazione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con il mezzo costituente il corpo umano. I danni biologici sono attribuibili alle seguenti cause:

- per frequenze inferiori a 15 MHz, corrispondenti a una lunghezza d'onda di 20 m, molto superiore alle dimensioni del corpo umano, l'energia elettromagnetica si trasforma in calore per effetto Joule prodotto dalle correnti indotte nei tessuti. In queste condizioni è chiaro che più la frequenza dell'onda incidente è bassa più grande è la profondità di penetrazione e maggiore risulta il coinvolgimento degli organi profondi del corpo umano.
- Un anomalo innalzamento del livello termico del corpo può sollecitare i meccanismi di termoregolazione sino ad indurre la morte per lesioni causate da ipotermia.
- L'occhio è un organo molto sensibile al calore prodotto dall'assorbimento della radiazione elettromagnetica. Infatti, poiché l'occhio è scarsamente irrorato dalle vene, il calore assorbito stenta a dissiparsi tramite aumento della temperatura locale; ciò può provocare cataratte o distacco della retina.
- Piccole variazioni termiche all'interno dell'organismo posso anche determinare situazioni anomale nel sistema cardiocircolatorio, come aumento del flusso sanguigno, vasodilatazione e aumento della pressione nei capillari.
- Esistono anche degli effetti atermici che sembrano essere associati alla durata dell'esposizione, questi si manifestano come cefalee, astenie, crampi muscolari, inappetenze, sonnolenza e affaticamento generale.

- Impatti reali

Per le caratteristiche del progetto proposto non si prevede, sia in fase di coltivazione che di trattamento del minerale, produzione di raggi ionizzati e non ionizzati.

4.13.9 Paesaggio

- Impatti potenziali

Il principale impatto di una miniera a cielo aperto consiste nella modificazione dell'assetto morfologico dell'area, ma secondo la definizione di paesaggio contenuta nell'allegato A2 del D.G.R. 24/23 del 2008 occorre tener conto anche dei suoi aspetti culturali, delle identità delle comunità umane interessate e dei relativi beni culturali. Ciò premesso, si possono elencare i maggiori impatti attribuibili all'attività estrattiva:

- creazione di vuoti, a partire dal piano di campagna naturale, come conseguenza dei lavori di coltivazione;
- creazione di cumuli di materiale utile e sterile;
- scomparsa della vegetazione;
- impatto visivo;
- inserimento in un contesto culturale estraneo.

- Impatti reali

Si verificheranno tutti gli impatti potenziali descritti nel paragrafo precedente, ai quali occorre aggiungere:

- l'inserimento dell'opera in un contesto culturale di matrice agropastorale.

- Considerazioni

Il tipo di coltivazione che sarà posta in essere creerà inevitabili scompensi al paesaggio, anche se poco visibili data l'ubicazione del sito, la sua modesta estensione e la tecnica di coltivazione adottata.

- Interventi di mitigazione

È piuttosto arduo attuare interventi di mitigazione sul paesaggio in una miniera in corso d'opera. L'unica valida prospettiva di attenuazione degli impatti consiste nell'attuare il ripristino ambientale al termine di ciascuna fase di coltivazione dei lotti .

4.14 Stima quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale

La caratterizzazione dell'ambiente comporta l'identificazione dei principali fattori ambientali, sia naturali che antropici, in base alle indicazioni fornite dal D.P.C.M. 27 dicembre 1988 (Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 Agosto 1988, n. 377), per poi approfondire l'analisi delle componenti ambientali maggiormente sensibili interessate dalla realizzazione dell'opera.

- Teoria

La metodologia delle matrici dà buoni risultati interpretativi e permette nel contempo di prendere in considerazione anche aspetti non strettamente ambientali, come i fattori biologici e quelli antropici, che altrimenti sarebbero di difficile lettura o rappresentazione, data la loro complessità e correlazione. Le matrici, inoltre, permettono di effettuare una valutazione quantitativa alquanto attendibile, significativa e sintetica. Esse mettono in relazione due liste di controllo (componenti ambientali e fattori ambientali, come per esempio componente Vegetazione e fattore Precipitazioni) ed il loro scopo principale è quello di stimare l'entità dell'impatto elementare di un intervento su ogni componente. Le magnitudo minima e massima possibili sono indicate in modo da ottenere un intervallo di valori con cui confrontare l'impatto elementare dell'opera in oggetto calcolato in quel contesto ambientale e territoriale. Le matrici consentono anche di: individuare quali siano le componenti ambientali più colpite, sulle quali si dovranno concentrare gli studi delle mitigazioni possibili; rappresentare i risultati dello sviluppo matriciale relativo ai possibili impatti elementari sotto forma di istogrammi di semplice lettura e facile interpretazione, che consentono una partecipazione più ampia anche da parte di soggetti non esperti.

I passaggi più importanti dell'uso delle matrici si possono sintetizzare in:

- Identificazione delle componenti ambientali.
- Identificazione dei fattori.
- Stima dei fattori.
- Calcolo dell'influenza ponderale dei fattori sulle componenti ambientali.
- Valutazione degli impatti su ciascuna componente.

- Identificazione delle componenti ambientali

Le componenti ambientali prese in considerazione sono: **a)** atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteoclimatica (piovosità, temperatura,ventosità); **b)** ambiente idrico: acque sotterranee e acque superficiali (dolci, salmastre e marine), considerate come componenti, come ambienti e come risorse; **c)** suolo e sottosuolo: intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, ed anche come risorse non rinnovabili; **d)** vegetazione, flora, fauna: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali; **e)** ecosistemi: complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile (quali un lago, un bosco, un fiume) per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale; **f)** salute pubblica:

come individui e comunità; g) paesaggio: aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali. Per quanto riguarda rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti nonostante il D.P.C.M. 27 dicembre 1988 li consideri come componenti ambientali nel presente studio per l'individuazione degli impatti verranno considerati come fattori.

- Identificazione dei fattori ambientali

Fattori chi influenzano la qualità dell'aria e la climatologia

1. Polveri
2. Fumi
3. Precipitazioni
4. Temperatura
5. Ventosità

Fattori che influenzano le condizioni idrografiche, idrologiche e idrauliche

6. Modificazioni del drenaggio superficiale.
7. Modificazioni del flusso delle acque sotterranee.
8. Emissioni nell'ambiente idrico.

Fattori che influenzano le condizioni geolitologiche e geostrutturali

9. Alterazioni morfologiche della topografia.
10. Movimentazione dei mezzi.

Fattori che influenzano la vegetazione

11. Degradazione del suolo

Altri aspetti

12. Ubicazione ed esposizione geografica
13. Rumore
14. Vibrazioni
15. Radiazioni ionizzanti

- Stima dei fattori

Polveri

Data la tipologia di materiale da trattare (bentoniti), il regime anemometrico e la scelta di processo (a umido) si prevede un'emissione contenuta di polveri nell'atmosfera, in particolare nel periodo estivo, causata essenzialmente dai lavori di escavazione e dal transito dei mezzi d'opera all'interno e all'esterno dell'area del cantiere.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 6	Magnitudo opera = 3

Fumi

L'attività in progetto determinerà emissioni prodotte dai motori in esercizio (generatore, escavatori, pala meccanica, veicoli). Il trasporto e la movimentazione del minerale avverranno totalmente con mezzi meccanici dotati di idonei dispositivi di controllo delle emissioni in atmosfera e regolarmente periziati.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 2

Precipitazioni

La media annua delle precipitazioni, rilevata dalla stazione di misura di Ozieri, ammonta a 661,2 mm, il mese più piovoso è dicembre (86,7 mm), quello più arido è luglio (12,5 mm). La piovosità media annuale è di 54,6 mm, pertanto, considerato che il trattamento del minerale avviene ad umido, l'effetto delle precipitazioni favorisce il contenimento della polverosità.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 6	Magnitudo opera = 1

Temperatura

L'oscillazione delle temperature medie annue, rilevate dalla stazione di misura di Ozieri, mostra valori minimi nel mese di gennaio (7,7°C) e picchi nei mesi di luglio e agosto (24°C). in ogni caso, le oscillazioni termometriche non determinano influenze sull'attività in questione.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1

Ventosità

I dati rilevati dalla stazione di misura di Chilivani evidenziano che i venti prevalenti provengono dai quadranti meridionali (SW e S) con raffiche che non superano i 14,7 m/s (~53 km/h) velocità medie intorno a 3,0 m/s (~11 km/h). In base alla scala di Beaufort le raffiche sono inquadrate nella classe dei venti moderati, mentre le velocità medie ricadono nella classe delle brezze. Le calme registrate non superano l'8,0% delle osservazioni. Il regime anemometrico non è ininfluente sui processi di trattamento del minerale e sul materiale prodotto che viene accumulato sotto un'ampia tettoia, al più potrebbe avere qualche debole influsso nelle fasi di movimentazione dei cumuli all'inizio del processo produttivo.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 5	Magnitudo opera = 2

Modificazione del drenaggio superficiale

Nel sito verranno realizzate tutte le opere opportune per incanalare le acque piovane, pertanto le modificazioni dell'opera saranno di modesta entità.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 6	Magnitudo opera = 1

Modificazione del flusso delle acque sotterranee

L'attività estrattiva, totalmente compresa in formazioni a permeabilità da bassa a medio-bassa, interesserà nel punto di maggior dislivello una profondità all'incirca 10 metri dal piano di campagna, senza alcuna possibilità di arrecare disturbo all'attuale equilibrio delle acque profonde..

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1

Emissioni nell'ambiente idrico

Non è prevista la realizzazione di impianti di trattamento del minerale e l'impiego di agenti chimici. In caso di piogge eccessive le acque di ruscellamento potrebbero prendere in carico il materiale a granulometria fine e causare l'intorbidamento dei corsi d'acqua. Per ovviare a questo inconveniente saranno realizzate vasche di decantazione.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 5	Magnitudo opera = 1

Alterazioni morfologiche della topografia

Per sua natura l'opera comporta profonde modificazioni morfologiche del paesaggio mitigate dalla limitatezza della superficie interessata per ogni stadio di coltivazione. Le modificazioni topografiche sono da considerarsi temporanee. L'assetto definitivo che assumerà tutta l'area interessata dalla coltivazione avrà una morfologia simile alla situazione originaria con la sola variazione di un abbassamento massimo della parte sub-pianeggiante di 6-7 m. Come già detto, la qual cosa non apporterà variazioni per quanto riguarda lo scolo delle acque superficiali né causerà situazioni di accumulo o ristagno delle acque

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 10	Magnitudo opera = 5

Movimentazioni dei mezzi

Il traffico veicolare esterno al cantiere è costituito esclusivamente dai mezzi impiegati per trasportare il minerale estratto dalla miniera allo stabilimento di trasformazione. Gli effetti negativi sul traffico locale saranno mitigati dall'applicazione degli orari più opportuni di minor traffico locale. L'impatto sull'ambiente naturalistico (fauna e flora) è rappresentato essenzialmente dal transito, dal rumore e dagli elementi aerodispersi (gas di scarico, polveri).

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 7	Magnitudo opera = 3

Degrado del suolo

La principale sorgente di degradazione del suolo è costituita dalla sua asportazione e provvisorio accumulo fino al riutilizzo per i lavori di ripristino. Dall'analisi pedologica dell'area si evince che il terreno oggetto di coltivazione mineraria è caratterizzato da suoli da mediamente a poco profondi.

L'asportazione di suolo sarà limitata al lotto di coltivazione e nei periodi di messa a *stock* il terreno vegetale verrà rivoltato e lasciato colonizzare da vegetazione spontanea, in modo da preservarne le originarie caratteristiche..

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 10	Magnitudo opera = 5

Ubicazione ed esposizione geografica

La concessione si estende in località Monte Furros la cui superficie non è classificata tra le aree a rischio idraulico ed a rischio di frana. Il sito è in posizione ottimale rispetto alle principali arterie di comunicazione ed alla distanza dal centro abitato di Ozieri che si trova a circa 12 km.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 5	Magnitudo opera = 1

Rumore

Le uniche sorgenti sonore che si aggiungeranno alla situazione preesistente sono rappresentate dai mezzi meccanici che opereranno in miniera e degli autoarticolati che trasporteranno il minerale estratto all'impianto di trasformazione. L'area interessata dal possibile impatto acustico è limitata al solo cantiere operativo. L'impatto sulle specie animali varia da specie a specie, ma al periodo di allontanamento segue la fase di assuefazione e la ripresa della frequentazione dei luoghi consueti.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 6	Magnitudo opera = 3

Vibrazioni

Non è previsto alcun tipo di impianto di lavorazione dei minerali o l'impiego di esplosivi.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 1

Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Non vi sarà emissione di alcun tipo di radiazione.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 1

Magnitudo					
		Scala	Max	Min	Opera
Fattore 1	Polveri	1-6	6	1	3
Fattore 2	Fumi	1-3	3	1	2
Fattore 3	Precipitazioni	1-2	2	1	1
Fattore 4	Temperatura	1-2	2	1	1
Fattore 5	Ventosità	1-5	5	1	2
Fattore 6	Modificazioni del drenaggio superficiale	1-6	6	1	1
Fattore 7	Modificazioni del flusso delle acque sotterranee	1-2	2	1	1
Fattore 8	Emissioni nell'ambiente idrico	1-5	5	1	1
Fattore 9	Alterazioni morfologiche della topografia	1-10	10	1	5
Fattore 10	Movimentazione dei mezzi	1-7	7	1	3
Fattore 11	Degradazione del suolo	1-10	10	1	5
Fattore 12	Ubicazione ed esposizione geografica	1-5	5	1	1
Fattore 13	Rumore	1-6	6	1	3
Fattore 14	Vibrazioni	1-3	3	1	1
Fattore 15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	1-3	3	1	1

- Calcolo dell'influenza ponderale dei fattori sulle componenti ambientali

L'influenza di n fattore su una componente può essere nulla (in assenza di correlazione) o massima (nel caso di stretta correlazione) e tra i due casi estremi si può avere tutta una serie di livelli intermedi (livelli di correlazione) che esprimono valori di influenza di peso diverso. In questo caso stabiliamo di operare con i livelli di correlazione e i valori di influenza qui di solito elencati :

A = Forte	1
B = Alto	0.5
C = Medio	0.25
D = Lieve	0.125
E = Scarso	0.0625
0 = Nullo	0

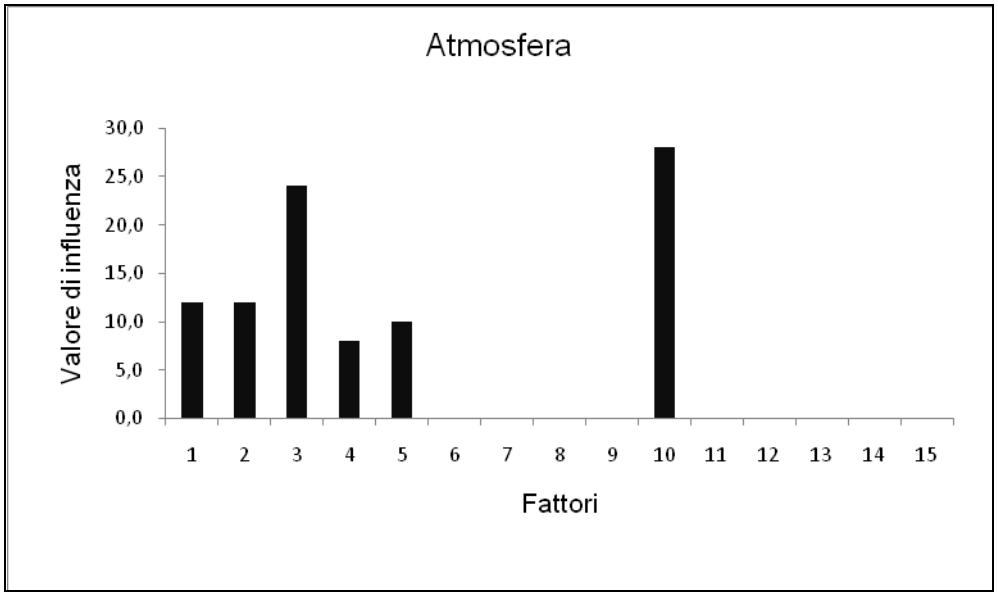
La modalità di calcolo degli impatti elementari qui adottata prevede l'utilizzo di una matrice a sei livelli di correlazione (A, B, C, D, E, 0–zero) a ciascuno dei quali è stato attribuito un valore d'influenza calcolato in base alla progressione geometrica con ragione ½ il cui primo termine è A = 1:

Componenti	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
Atmosfera	D	C	C	C	D	0	0	0	0	C	0	0	0	0	0
Ambiente Idrico	E	0	A	B	D	B	E	E	B	0	B	E	0	0	0
Suolo e Sottosuolo	E	0	B	C	D	B	0	0	C	D	C	E	0	0	0
Vegetazione, Flora e fauna	E	C	D	D	D	D	0	E	E	A	A	0	B	0	0
Ecosistemi	D	C	C	C	C	B	0	E	C	A	A	E	B	0	0
Salute pubblica	D	C	0	0	C	0	0	0	0	D	C	0	D	0	0
Paesaggio	E	D	C	C	D	B	0	E	A	C	A	D	C	0	0

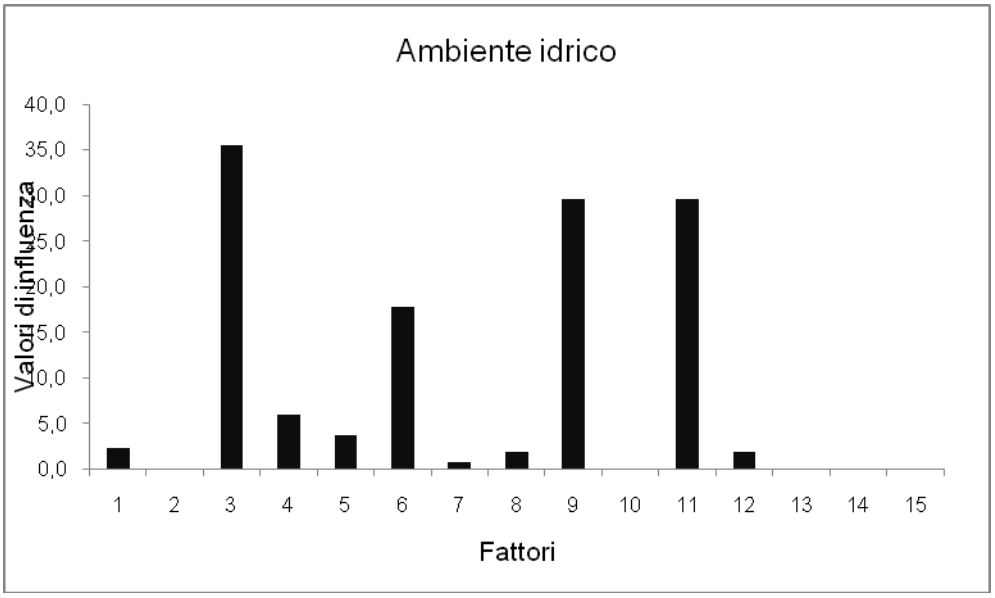
L'influenza complessiva di tutti fattori su ciascuna componente la si pone uguale a 20. Ciò permetterà di confrontare le diverse componenti ambientali tra di loro.

- Valutazione degli impatti su ciascuna componente ed elaborazione delle matrici di correlazione;

COMPONENTE: *Atmosfera*			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	D	12,0
2	Fumi	C	12,0
3	Precipitazioni	C	24,0
4	Temperatura	C	8,0
5	Ventosità	D	10,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	0,0
10	Movimentazione dei mezzi	C	28,0
11	Asportazione del suolo	0	0,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	0,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0

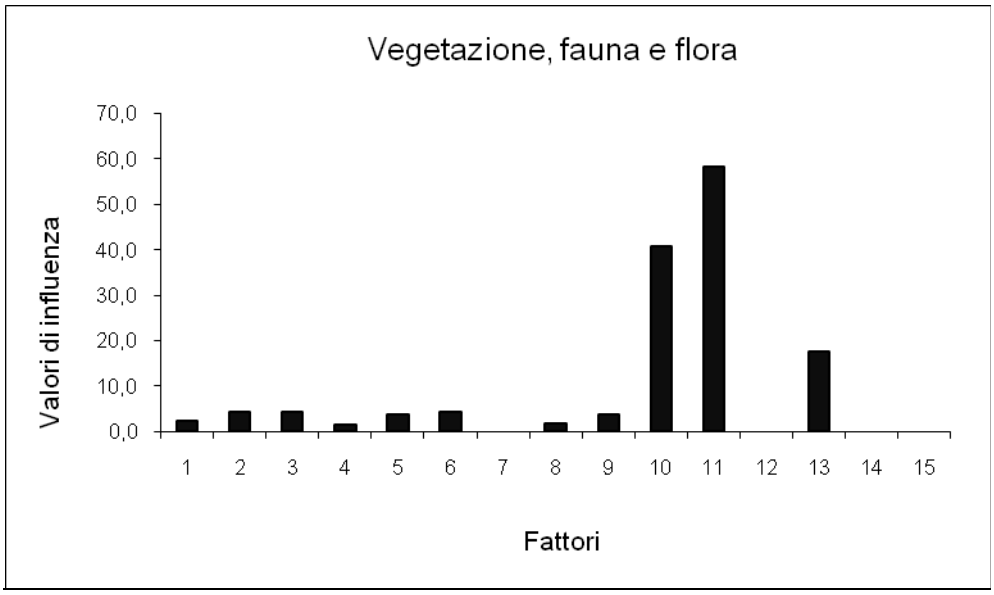


COMPONENTE: *Ambiente Idrico*			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	2,2
2	Fumi	0	0,0
3	Precipitazioni	A	35,6
4	Temperatura	B	5,9
5	Ventosità	D	3,7
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	B	17,8
7	Modificazioni acque sotterranee	E	0,7
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	1,9
9	Modificazioni Morfologiche	0	29,6
10	Movimentazione dei mezzi	0	0,0
11	Asportazione del suolo	0	29,6
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	1,9
13	Rumore	0	0,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0

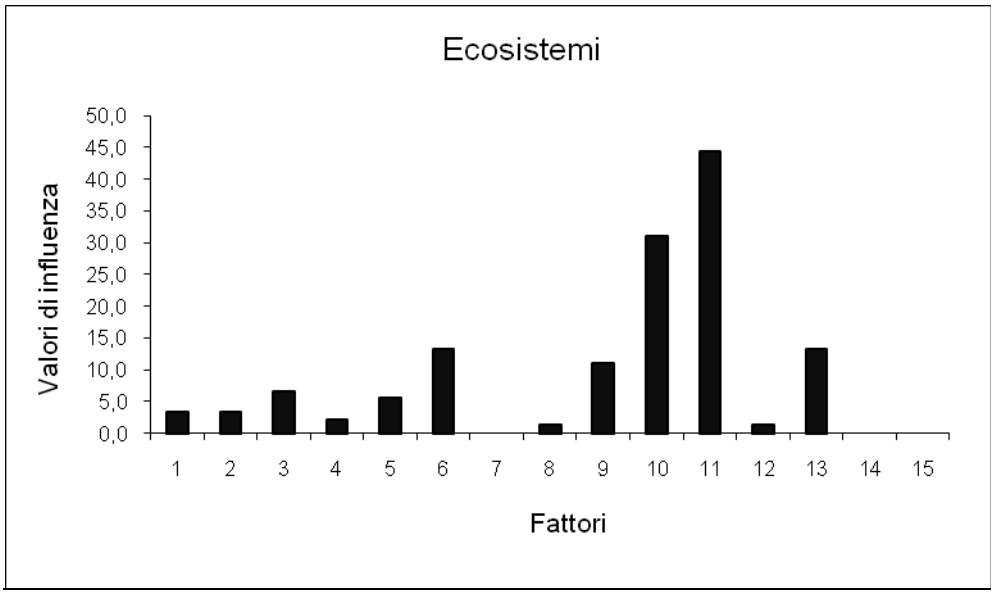


COMPONENTE: Suolo e sottosuolo			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	3,5
2	Fumi	0	0,0
3	Precipitazioni	B	28,2
4	Temperatura	C	4,7
5	Ventosità	D	5,9
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	B	28,2
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	23,5
10	Movimentazione dei mezzi	0	8,2
11	Asportazione del suolo	0	23,5
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	2,9
13	Rumore	0	0,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0

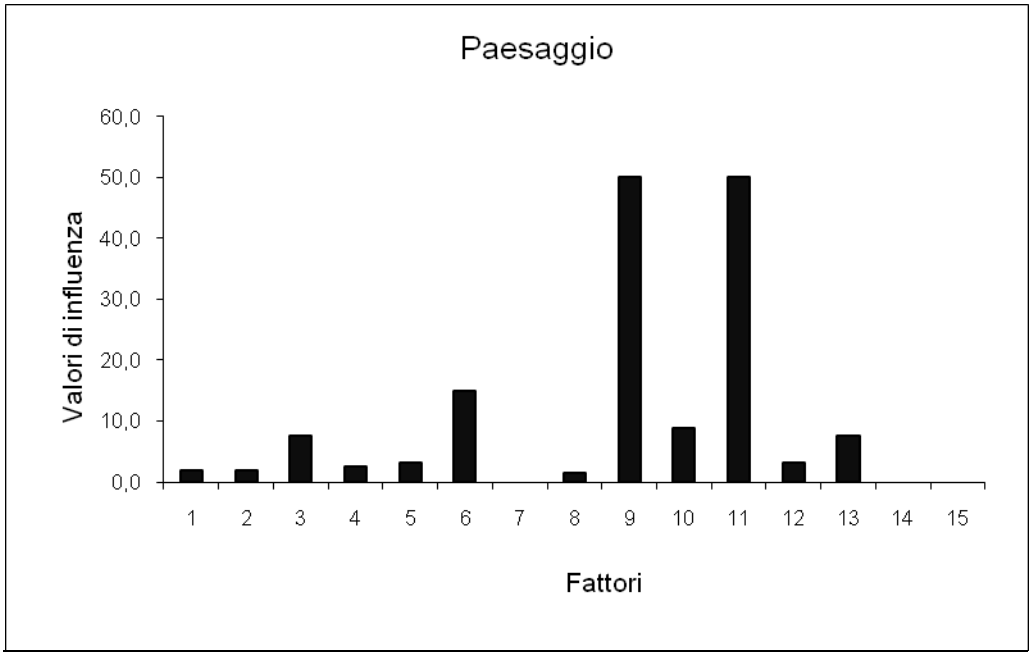
COMPONENTE: *Vegetazione, fauna e flora*			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	2,2
2	Fumi	C	4,4
3	Precipitazioni	D	4,4
4	Temperatura	D	1,5
5	Ventosità	D	3,6
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	D	4,4
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	1,8
9	Modificazioni Morfologiche	0	3,6
10	Movimentazione dei mezzi	0	40,7
11	Asportazione del suolo	0	58,2
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	17,5
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



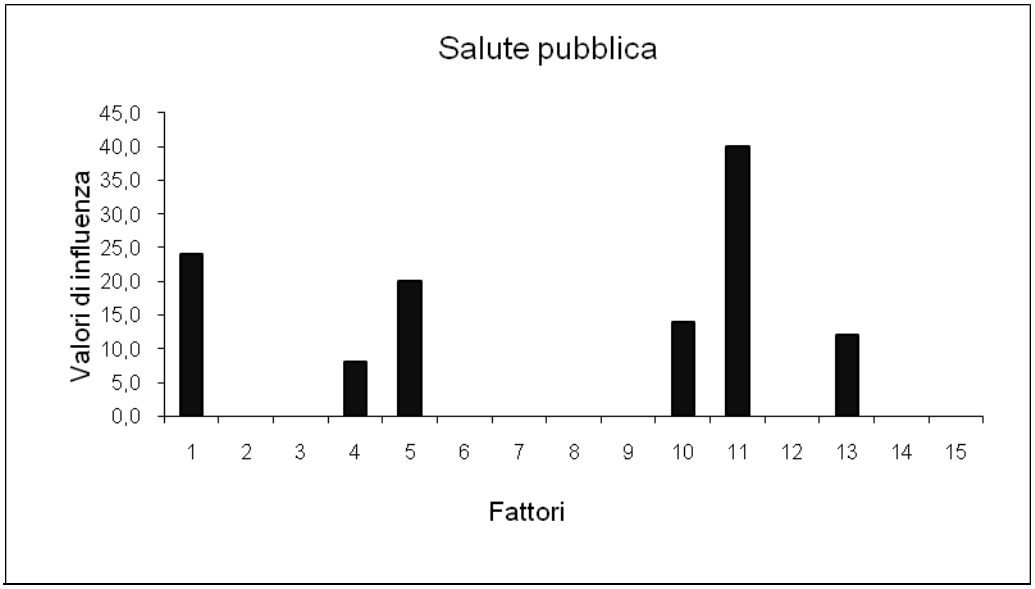
COMPONENTE: *Ecosistemi*			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	D	3,3
2	Fumi	C	3,3
3	Precipitazioni	C	6,7
4	Temperatura	C	2,2
5	Ventosità	C	5,6
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	B	13,3
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	1,4
9	Modificazioni Morfologiche	0	11,1
10	Movimentazione dei mezzi	0	31,1
11	Asportazione del suolo	0	44,4
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	1,4
13	Rumore	0	13,3
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



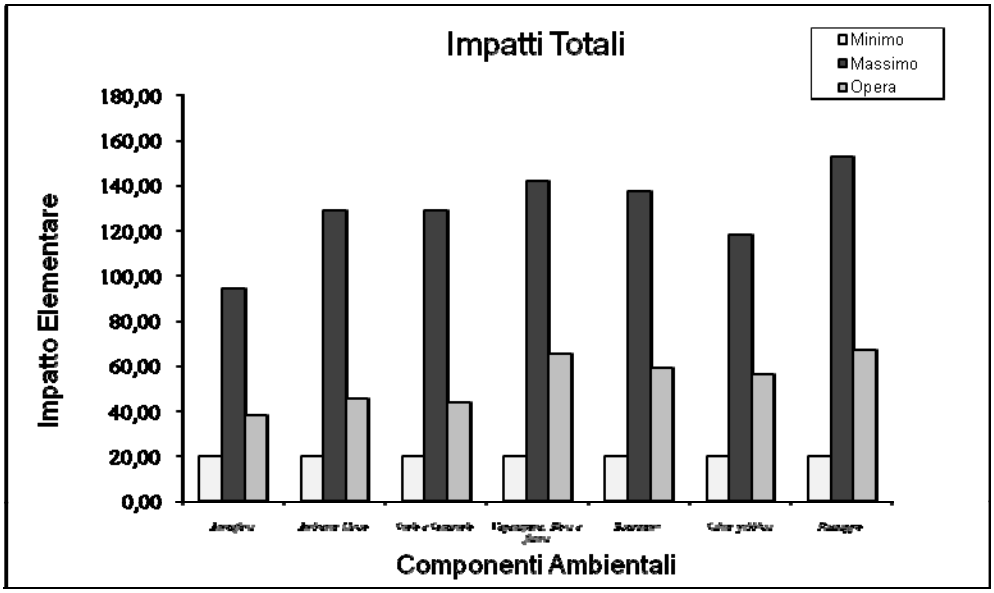
COMPONENTE: *Paesaggio*			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	1,9
2	Fumi	D	1,9
3	Precipitazioni	C	7,5
4	Temperatura	C	2,5
5	Ventosità	D	3,1
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	B	15,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	1,6
9	Modificazioni Morfologiche	0	50,0
10	Movimentazione dei mezzi	0	8,8
11	Asportazione del suolo	0	50,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	3,1
13	Rumore	0	7,5
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



COMPONENTE: *Salute pubblica*			
Fattori		Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	D	24,0
2	Fumi	C	0,0
3	Precipitazioni	0	0,0
4	Temperatura	0	8,0
5	Ventosità	C	20,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	0,0
10	Movimentazione dei mezzi	0	14,0
11	Asportazione del suolo	0	40,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	12,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



	IMPATTI ELEMENTARI		
COMPONENTE	MINIMO	OPERA	MASSIMO
Atmosfera	20,00	38,00	94,00
Ambiente Idrico	20,00	45,19	128,89
Suolo e Sottosuolo	20,00	43,53	128,82
Vegetazione, Flora e fauna	20,00	65,09	142,18
Ecosistemi	20,00	58,89	137,22
Salute pubblica	20,00	56,00	118,00
Paesaggio	20,00	66,88	152,81



4.15 Azioni di monitoraggio

È previsto un costante monitoraggio del cantiere e delle aree limitrofe, allo scopo di valutare le azioni da porre in atto per annullare o quantomeno mitigare e ridurre l'impatto generato dai lavori sull'ambiente.
Le principali misure di controllo sono riassunte come segue:
1) controllo del rilascio in atmosfera di polveri e gas di scarico derivanti dalle operazioni di scavo, movimento terra e traffico veicolare; 2) controllo del regolare deflusso delle acque secondo le direttrici naturali preesistenti; 3) controllo delle emissioni di rumori da parte dei mezzi meccanici utilizzati per lo scavo e la movimentazione; 4) verifica del contenimento della rumorosità entro i limiti di legge; 5) controllo del traffico locale; 6) controllo del traffico generato dall'attività dell'interferenza sul traffico locale; 7) controllo sulle specie floro-faunistiche censite dal consulente naturalista; 8) verifica e controllo delle esigenze della popolazione, rispetto al progredire dei lavori in progetto; 9) verifica e controllo della corrispondenza dei lavori in avanzamento ed in ripristino secondo il progetto esecutivo adottato; 10) verifica e controllo dell'efficacia dei mezzi e delle azioni adottate per mitigare gli impatti sulle principali componenti ambienta

4.16 Sistemi d'intervento in caso di emergenze particolari

L'assenza di impianti di lavorazione e di agenti chimici restringono il campo delle circostanze critiche ad un esiguo numero di eventi che saranno presi in rassegna di seguito.

Incendi

In una regione come la nostra, annualmente martoriata dagli incendi, è sempre opportuno valutare questa eventualità. Come si evince dalla carta di combustibilità (vedi figura sottostante – fonte: R.A.S., Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, 2007) gran parte dell'agro di Ozieri presenta rischio medio - basso dal punto di vista della propagazione degli incendî, trattandosi di aree di classe 1 (aree verdi, prati stabili e falesie) o di classe 2 (colture agrarie, seminativi non irrigui, prati artificiali) o di classe 3 (oliveti, aree a pascolo naturale). I maggiori problemi si riscontrano nel settore nordoccidentale, occidentale ed orientale caratterizzati da boschi di latifoglie, macchia mediterranea e boschi di conifere.

In ogni caso, le probabilità che un incendio doloso interessi il cantiere mettendo a repentaglio l'incolumità delle maestranze sono da ritenersi poco probabili. Non vi è altresì possibilità che dal cantiere s'inneschino principî d'incendio in quanto non è previsto l'impiego di fiamme libere o di attrezzature in grado di sprigionare scintille (e.g. mole, saldatrici) ed anche qualora, eccezionalmente, si dovesse ricorrere al loro utilizzo, per il motivo poc'anzi esposto, vi sarebbero adeguati spazî idonei allo scopo. In conclusione, l'emergenza incendio può essere fronteggiata con le modalità ed i presidî dettati dal D.P.R. 128 del 9 aprile 1959 e dal D. Lgs. 624 del 25 novembre 1996.

Ventosità

In questa eventualità è prevista la sospensione dei lavori per evitare l'immissione di polveri in atmosfera che potrebbero arrecare disagi in aree ampie. I dati statistici indicano che questa eventualità è piuttosto remota.

Piovosità

Acque sovrabbondanti non dovrebbero dar luogo ad emergenze particolari perché è previsto l'incanalamento delle acque di ruscellamento lungo le vie di deflusso originali.

4.17 Conclusioni

Nel presente studio si è cercato di evidenziare gli effetti indesiderati sull'ambiente, laddove fossero presenti, rispetto alle alternative progettuali proposte, cercando di proporre delle misure di mitigazione degli impatti . La soluzione tecnica di configurazione del progetto è stata condotta considerando un insieme di aspetti, l'intensità degli effetti idrogeologici, faunistici paesaggistici, naturalistici in genere, ma anche di livello occupazionale e di reddito e in generale i principali effetti socioeconomici.

A conclusione del presente SIA si evidenzia che gli impatti potenzialmente più significativi dell'opera sull'ambiente interessano le componenti paesaggio, vegetazione, flora, fauna, suolo e sottosuolo. Ma le misure di mitigazione e compensazione durante i lavori unite al ripristino finale dell'area alla fine di questi, faranno si che l'area oggetto dell'intervento ritorni verosimilmente alle condizioni ante-opera.

Dal punto di vista economico è importante sottolineare la validità del progetto, il quale comporterà, oltre lo sfruttamento del minerale, un tangibile incremento delle opportunità di lavoro nel campo del movimento di terra, dei trasporti e dei servizi per le imprese locali.

L'intervento proposto è in linea con tutti gli strumenti di pianificazione e di programmazione di interesse in particolare con l'obiettivo del Piano Regionale delle Attività Estrattive di conseguire nel breve medio periodo un migliore livello di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'attività estrattiva.

Dal punto di vista progettuale, l'esame comparato delle varie alternative, dimostra che il progetto proposto è quello che garantisce una migliore rispondenza agli aspetti tecnico-economici minimizzando gli impatti negativi sull'ambiente, senza intaccare significativamente le potenzialità reddituali dirette ed indotte dell'iniziativa, ottimizzando i tempi necessari al razionale utilizzo del minerale estratto, al ripristino e alla rinaturalizzazione dell'area di intervento.