



## SOCIETÀ MINERARIA DEL GERREI

CONCESSIONE MINERARIA PER LA RIATTIVAZIONE DELLA MINIERA "GENNA TRES MONTIS" PER MINERALI DI F, Pb, Zn, Ag, Ba E TERRE RARE  
IN TERRITORIO DEI COMUNI DI SILIUS E SAN BASILIO (SU)



### STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE

Ottobre 2018

#### Il Proponente

**MINERARIA GERREI S.R.L.**  
Sede legale: loc. Muscadroxiu snc, 09040 Silius (SU)  
Sede operativa: Piazza Europa n. 21, 25050 Passirano (BS)  
C.F. e P.IVA 03795980923 ☎ +39 030 6546202 📠 +39 030 51098262  
✉ [minerariagerrei@pec.it](mailto:minerariagerrei@pec.it) 🌐 [minerariagerrei.it](http://minerariagerrei.it)

#### Il Responsabile del Gruppo di lavoro

ING. CLAUDIA CHIAPPINO  
Corso Emilia, 28 - 10122 Torino



**MINERARIA GERREI S.R.L.**

Sede legale: loc. Muscadroxiu snc, 09040 Silius (SU) - Sede operativa: Piazza Europa n. 21, 25050 Passirano (BS)  
C.F. e P.IVA 03795980923 ☎ +39 030 6546202 📠 +39 030 51098262 ✉ [minerariagerrei@pec.it](mailto:minerariagerrei@pec.it) 🌐 [minerariagerrei.it](http://minerariagerrei.it)



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>6</b>
1.1	INTRODUZIONE	6
1.2	GRUPPO DI LAVORO	7
1.3	RIFERIMENTI NORMATIVI	9
1.4	ARTICOLAZIONE DEL SIA	11
1.5	PREMESSA GENERALE	12
1.5.1	Elementi fondanti del piano industriale 2017	12
1.5.2	Nuovi elementi acquisiti e relative criticità: fasi d'intervento	12
1.5.3	Oggetto dello Studio d'Impatto Ambientale	15
1.6	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO	16
1.7	IL CONTESTO SOCIO-ECONOMICO	19
1.8	IL BANDO RAS PER LA RIPRESA DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA NELLA MINIERA DI SILIUS	22
1.9	IL SOGGETTO PROPONENTE	23
1.10	PRECEDENTI DELLA COLTIVAZIONE MINERARIA DEL SITO	24
1.11	MOTIVAZIONI ALLA BASE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE	27
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE DELLE AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO</b>	<b>29</b>
2.1	GENERALITA'	29
2.2	IL SITO ESTRATTIVO	30
2.2.1	Accessi e viabilità	30
2.2.2	Caratteristiche climatiche	31
2.2.3	Morfologia e idrografia	33
2.2.4	Geologia	34
2.2.5	Idrogeologia	42
2.3	IL SITO DI TRATTAMENTO DEL MINERALE DI SILIUS	45
2.4	I SITI SEDE DI INDAGINE PER LA RICERCA MINERARIA	45
2.4.1	Accessi e viabilità	46
2.5	I SITI OPERATIVI DELLA SECONDA FASE DI SVILUPPO DELLA COLTIVAZIONE	48
2.5.1	Il sito di trattamento di Ballao	48
2.5.2	Il sito di abbancamento dello smarino della nuova galleria di base	50
<b>3</b>	<b>QUADRO PROGRAMMATICO</b>	<b>52</b>
3.1	PIANIFICAZIONE COMUNITARIA E NAZIONALE	52
3.1.1	NORMATIVA MINERARIA	52
3.1.2	RETE NATURA 2000	52



3.2	PIANIFICAZIONE REGIONALE.....	56
3.2.1	NORMATIVA MINERARIA.....	56
3.2.2	IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (PPR) .....	56
3.2.3	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	62
3.2.4	PIANO FORESTALE AMBIENTALE REGIONALE (PFAR).....	64
3.2.5	PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (PTA).....	66
3.2.6	PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI – PIANO DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI.....	69
3.3	PIANIFICAZIONE PROVINCIALE .....	71
3.3.1	IL PIANO URBANISTICO PROVINCIALE/PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO (PUP/PTC).....	71
3.4	PIANIFICAZIONE COMUNALE .....	74
3.4.1	COMUNE DI SAN BASILIO.....	74
3.4.2	COMUNE DI SILIUS.....	75
<b>4</b>	<b>QUADRO PROGETTUALE .....</b>	<b>77</b>
4.1	IL GIACIMENTO DI SILIUS.....	77
4.1.1	Localizzazione e sviluppo della mineralizzazione .....	77
4.1.2	Stima delle riserve e del giacimento coltivabile .....	81
4.2	LAVORI DI PREPARAZIONE.....	86
4.2.1	Ripristino e messa in sicurezza dei accessi al sotterraneo .....	86
4.2.2	Revisione generale degli impianti in sotterraneo .....	89
4.3	MODALITA' DI COLTIVAZIONE.....	92
4.3.1	Preparazione della coltivazione .....	92
4.3.2	Abbattimento del minerale.....	95
4.3.3	Smarino e trasporto del minerale e dello sterile .....	97
4.3.4	Ripiena .....	98
4.3.5	Impianti e macchine.....	101
4.3.6	Comunicazione e sicurezza .....	104
4.3.7	Logistica del sotterraneo .....	104
4.3.8	Logistica di superficie .....	106
4.4	IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEL MINERALE.....	109
4.4.1	Localizzazione degli impianti .....	109
4.4.2	Percorso del minerale .....	111
4.4.3	Impianto di prearricchimento.....	112
4.4.4	Impianto di flottazione .....	119
4.5	IMPIANTI DI EDUZIONE, TRATTAMENTO E DISTRIBUZIONE ACQUE .....	129
4.5.1	Impianto di eduazione delle acque di miniera.....	129
4.5.2	L'impianto di collettamento delle acque meteoriche zenitali nell'area di pozzo Centrale .....	130



4.5.3	Impianto di pretrattamento acque nel ciclo di flottazione .....	132
4.5.4	Impianto chimico-fisico di trattamento delle acque di GTM .....	135
4.5.5	Impianti di trattamento biologico delle acque di MX, GTM e PC .....	136
4.6	LA RICERCA MINERARIA .....	138
4.6.1	Rilievi Topografici .....	138
4.6.2	Rilevamento geologico e geo-strutturale esterno – Correlazione affioramenti .....	139
4.6.3	Analisi geo-strutturale e giacimentologica in sotterraneo .....	139
4.6.4	Indagini in sotterraneo .....	140
4.6.5	Campionamenti in sotterraneo .....	140
4.6.6	Indagini esterne profonde .....	141
4.6.7	Correlazioni affioramenti minerale su aree limitrofe .....	141
4.6.8	Programma temporale e costi della ricerca .....	142
4.7	SOLUZIONI ALTERNATIVE E OPZIONE ZERO .....	144
4.7.1	Soluzioni alternative .....	144
4.7.2	Opzione zero .....	146
<b>5</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE .....</b>	<b>149</b>
5.1	AMBITO TERRITORIALE E SISTEMI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO .....	149
5.2	ANALISI DELLE COMPONENTI E DEI FATTORI AMBIENTALI .....	150
5.2.1	Atmosfera .....	150
5.2.2	Suolo e sottosuolo .....	158
5.2.3	Risorse idriche superficiali .....	158
5.2.4	Risorse idriche sotterranee .....	160
5.2.5	Vegetazione .....	164
5.2.6	Fauna .....	172
5.2.7	Paesaggio .....	175
5.3	FATTORI DI IMPATTO .....	180
5.3.1	Atmosfera .....	180
5.3.2	Suolo e sottosuolo .....	183
5.3.3	Ambiente idrico .....	184
5.3.4	Flora, fauna ed ecosistemi .....	188
5.3.5	Paesaggio .....	188
5.3.6	Produzione di rifiuti .....	190
5.3.7	Rumore e vibrazioni .....	191
5.3.8	Viabilità e traffico .....	193
5.3.9	Aspetti sociali e occupazionali .....	193
5.4	MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE COMPENSATIVE .....	194
5.4.1	Mitigazione degli impatti .....	194





5.4.2	Misure compensative .....	198
5.5	MATRICI DI SINTESI DEGLI IMPATTI .....	200
<b>6</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>202</b>
6.1	ATMOSFERA - QUALITÀ DELL'ARIA .....	202
6.1.1	Oggetto e modalità di monitoraggio .....	202
6.1.2	Tempistica di monitoraggio.....	203
6.2	QUALITÀ DELL'ARIA - RUMORE .....	204
6.2.1	Oggetto e modalità di monitoraggio .....	204
6.2.2	Tempistica di monitoraggio.....	204
6.3	GEOSFERA - VIBRAZIONI .....	204
6.3.1	Oggetto e modalità di monitoraggio .....	204
6.3.2	Tempistica di monitoraggio.....	205
6.4	GEOSFERA - SUOLO .....	205
6.4.1	Oggetto e modalità di monitoraggio .....	205
6.4.2	Tempistica di monitoraggio.....	206
6.5	IDROSFERA – ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE .....	207
6.5.1	Oggetto e modalità di monitoraggio .....	207
6.5.2	Tempistica di monitoraggio.....	208
<b>7</b>	<b>PROGETTO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI .....</b>	<b>210</b>
7.1	INTERVENTI DI RIPRISTINO AMBIENTALE .....	210
7.1.1	Tipologie d'intervento .....	210
7.1.2	Modalità di rinaturalizzazione .....	216
7.2	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA .....	219
7.3	COSTI DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA.....	222
<b>8</b>	<b>INVESTIMENTI .....</b>	<b>223</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>226</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>228</b>
<b>11</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>229</b>



## 1 PREMESSA

### 1.1 INTRODUZIONE

Il presente Studio di impatto ambientale è parte integrante della documentazione a corredo dell'istanza di concessione mineraria per la ripresa dell'attività estrattiva nel sito di "Genna Tres Montis", in Comune di Silius e San Basilio (SU).

**Il progetto segue l'assegnazione al proponente del bando regionale "PRESENTAZIONE DI PROPOSTE PROGETTUALI FINALIZZATE AL RILASCIO DELLA CONCESSIONE PER LA RIATTIVAZIONE AI FINI PRODUTTIVI DELLA MINIERA DENOMINATA "GENNA TRES MONTIS" PER MINERALI DI F, Pb, Zn, Ag E Ba IN TERRITORIO DEI COMUNI DI SILIUS E SAN BASILIO (CA) CON IMPIANTO DI TRATTAMENTO MINERALURGICO NEL COMUNE DI ASSEMINI (CA)", pubblicato il 20.02.2012.**

Gli interventi di seguito descritti, oggetto di valutazione degli impatti, prevedono in sintesi il ripristino della piena funzionalità della miniera esistente, la coltivazione del residuo giacimento "alla vista", una ricerca mineraria estensiva finalizzata all'ampliamento delle risorse sfruttabili, la realizzazione di un nuovo e moderno impianto di trattamento a bocca miniera in sostituzione del vecchio impianto di Assemini, la realizzazione di interventi di ripristino e valorizzazione del territorio, l'adozione di soluzioni tecniche e tecnologiche finalizzate al riutilizzo dei sottoprodotti della lavorazione ed all'autoproduzione energetica.

**Si segnala fin d'ora che il quadro progettuale riportato nel presente studio, congiuntamente alla cartografia ed alle tavole allegate, è da intendersi quale documentazione di progetto di riferimento per il presente Studio, non allegandosi una separata relazione di progetto.**

La concessione mineraria "Genna Tres Montis", già intestata alla Nuova Mineraria Silius SpA e da questa rinunciata il 25 luglio 2006, è stata affidata in via amministrativa il 15 giugno 2007 alla Fluorite di Silius S.p.A. per esito di bando di gara (pubblicato online dall'Amministrazione Regionale il 9 marzo 2007): quest'ultima è l'attuale concessionario e gestore della miniera.



## 1.2 GRUPPO DI LAVORO

Il gruppo di lavoro che ha partecipato alla stesura del presente SIA comprende diversi professionisti da tempo impegnati nel settore industriale e minerario in particolare:

- **ING. CLAUDIA CHIAPPINO**, torinese, 48 anni, ingegnere minerario, si occupa di direzione di miniere e cave in numerose regioni italiane, di progetti di riconversione del patrimonio minerario dismesso, di progettazione integrata e di valutazione d'impatto ambientale di attività estrattive. E' il responsabile tecnico del gruppo di lavoro, sia per la parte progettuale che per la parte di valutazione d'impatto ambientale.
- **DOTT. VALERIO RICCIARDI**, romano, 63 anni, geologo, opera in Italia ed in oltre 20 Paesi esteri principalmente nel settore delle indagini dirette ed indirette, della diagnostica e del monitoraggio di grandi opere strutturali e idrauliche (dighe, gallerie civili e minerarie, acquedotti, impianti di depurazione, centrali idroelettriche, ecc.) attraverso sistemi avanzati di rilevamento, acquisizione ed elaborazione.
- **ING. PAOLO CANOVA**, bresciano, 49 anni, ingegnere elettrotecnico, si occupa di progettazione e realizzazione di grandi impianti industriali, di impianti di trattamento acque, di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili e convenzionali, di linee di connessione BT/MT/AT in Italia e all'estero.
- **DOTT. FABRIZIO VIGNA**, torinese, 45 anni, geologo, si occupa prevalentemente di progettazione, valutazione d'impatto ambientale e monitoraggio di cave e miniere su tutto il territorio nazionale.
- **DOTT. ANDREA SAMBADO**, savonese, 34 anni, geologo, è attivo nel settore della valutazione d'impatto ambientale, del monitoraggio e della progettazione degli interventi di ripristino ambientale associati ad attività estrattive di superficie e in sottterraneo.
- **DOTT. FABIO GATTI**, bresciano, 41 anni, dottore in scienze naturali, si occupa di analisi e monitoraggio ambientale e di valutazioni d'impatto ambientale in diversi settori della produzione industriale.
- **ING. RICCARDO MELONI**, cagliaritano, 37 anni, ingegnere ambientale, si occupa di progettazione nei settori civile e idraulico in Italia ed all'estero, con specifica esperienza nel campo geotecnico e dei sistemi di rilevamento topografico avanzato.
- **ING. LINO SERRAO**, cagliaritano, 38 anni, ingegnere ambientale, si occupa di progettazione nei settori civile e idraulico in Italia ed all'estero, con specifica esperienza nel campo geotecnico e dei sistemi di rilevamento topografico avanzato.



- **DOTT. UMBERTO GUERRA**, lodigiano, 44 anni, geologo, si occupa di progettazione geotecnica e idraulica e di valutazione di impatto ambientale relativamente ad iniziative industriali nei settori energetico e minerario.
- **DOTT. FABIO ROSSI**, bresciano, 41 anni, dottore in scienze economiche, si occupa di controllo di gestione e pianificazione finanziaria in diverse aziende attive nel settore della produzione energetica.
- **DOTT. UMBERTO GIOIA**, bresciano, 48 anni, geologo, è il coordinatore del gruppo di lavoro, nonché socio del gruppo investitore. Si occupa da 25 anni di sviluppo industriale, progettazione e direzione nei settori minerario e della produzione di energia da fonti rinnovabili.



### 1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono riportate le principali norme nazionali e regionali in tema di tutela ambientale e procedura di VIA, a cui il presente lavoro fa specifico riferimento.

Dispositivo Legislativo o regolamentare	Oggetto
R.D. 29 luglio 1927 n. 1443	Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere
Direttiva 85/337/CE del 27 giugno 1985	Concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
Legge 8 luglio 1986, n. 349	Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale
DPCM 10 agosto 1988, n. 377	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della L. 349/86.
DPCM 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
Legge 22 febbraio 1994, n.146	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – rif. Legge comunitaria 1993 (art.40)
DPR 12 aprile 1996	Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art.40, comma 1 della legge 22 febbraio 1994. n. 146 concernenti disposizioni in materia di valutazione d'impatto ambientale
Direttiva 97/11/CE 3 marzo 1997	Direttiva che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
D. Lgs. 31 marzo 1998. n. 112	Conferimento di funzioni e compiti amministrativi" dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997. n.59
DPR 11 febbraio 1998	Disposizioni integrative al decreto del presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377
L.R. 18 gennaio 1999 n.1	Norma transitoria in materia di valutazione di impatto ambientale (art.31)
D.G.R. 2 agosto 1999 n.36/39	Procedure per l'attuazione dell'art.31 della L.R. 18 gennaio 1999, n.1 recante "Norma transitoria in materia di valutazione di impatto ambientale"
DPR 2 settembre 1999, n. 348	Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere
DPCM 3 settembre 1999	Nuovo Atto di indirizzo e coordinamento ai fini dell'attuazione dell'art.40. co.1 della l. 146/1994, concernenti disposizioni in materia di valutazione d'impatto ambientale
DPCM 1 settembre 2000	Modificazioni ed integrazioni del DPCM 3 settembre 1999
L.R. 5 settembre 2000 n.17 art. 17	Valutazione di impatto ambientale. Modifiche all'articolo 31 della L.R. n. 1 del 1999



L. 21 novembre 2000, n.353	Legge quadro in materia di incendi boschivi
Direttiva 2001/42/CE del Parlamento e del Consiglio europeo	Sulla valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente
D.Lgs. 152/06 e s.m.i.,	Testo Unico Ambientale e le successive modificazioni e disposizioni integrative
Decreto RAS Difesa Ambiente n. 24/CFVA/2006	Prescrizioni di massima di Polizia Forestale – Vincolo Idrogeologico
Deliberazione Giunta RAS n. 24/23 del 23 Aprile 2008	Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica
Deliberazione Giunta RAS n. 69/25 del 2008	Direttiva disciplina degli scarichi
D.Lgs 81/2008	Testo Unico sulla Salute e Sicurezza del Lavoro
D.Lgs. 117/2008	Attuazione della Direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive
Deliberazione Giunta RAS n. 34/33 del 7 Agosto 2012	Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale. Sostituzione della Delib.G.R. n. 24/23 del 23.4.2008
Legge 116 dell'11 Agosto 2014	Modifica della disciplina in materia di procedure di Verifica di Assoggettabilità alla VIA
D.M. n. 264 del 13 Ottobre 2016	Regolamento recante criteri indicativi per agevolare la dimostrazione della sussistenza dei requisiti per la qualifica dei residui di produzione come sottoprodotti e non come rifiuti
D.Lgs. n. 104 del 16 giugno 2017	Modifiche alla parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, relativa alle procedure per la valutazione dell'impatto ambientale
Deliberazione Giunta RAS n. 45/24 del 27 Settembre 2017	Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale
Deliberazione Giunta RAS n. 53/14 del 28 Novembre 2017	Individuazione dell'autorità competente nell'ambito del procedimento autorizzatorio unico e proroga del termine di validità del regime transitorio di cui alla deliberazione n. 45/24 del 27.9.2017

*Tabella 1: Legislazione di riferimento*





#### 1.4 ARTICOLAZIONE DEL SIA

Lo Studio d'Impatto Ambientale analizza le interazioni fra le matrici ambientali ed il progetto, sia in fase realizzativa che in fase di esercizio.

Lo studio si articola indicativamente secondo il seguente schema:

1. Premessa generale – descrive la logica di intervento ed aggiorna il percorso di lavoro delineato nelle precedenti fasi istruttorie sulla base delle nuove informazioni acquisite
2. Inquadramento territoriale – definisce l'esatta collocazione spaziale delle aree di intervento, il contesto socio-economico, gli estremi del bando di ripresa dell'attività mineraria
3. Analisi del quadro programmatico – i criteri seguiti per la progettazione delle opere in progetto vengono confrontati con gli aspetti normativi e vincolistici relativi alle aree oggetto di intervento.
4. Analisi del quadro progettuale – viene rappresentato il dettaglio progettuale delle opere previste e di quelle esistenti di cui si prevede il mantenimento
5. Analisi del quadro ambientale – viene analizzato il contesto ambientale entro il quale le opere in progetto andranno ad inserirsi, stimando gli impatti previsti a partire dai fattori di impatto e dalla misure mitigative adottate
6. Piano di monitoraggio – viene definito il pacchetto di iniziative necessarie per il monitoraggio degli effetti sull'ambiente degli interventi previsti.
7. Piano di dismissione e ripristino – si definiscono soluzioni ed accorgimenti che consentono, a fine vita del giacimento, di eliminare o ridimensionare gli impatti di lungo termine derivanti dalla realizzazione delle opere.

## 1.5 PREMESSA GENERALE

### 1.5.1 Elementi fondanti del piano industriale 2017

Nel progetto allegato all'istanza di concessione mineraria depositato nella primavera del 2017, i principi di impostazione del piano industriale prevedevano, fra le altre cose:

1. la revisione completa della logistica, con la necessità di abbandonare la logica dell'estrazione mediante pozzi e di promuovere una gestione più moderna ed efficace del sistema di trasporto e movimentazione di mezzi e materiali (elemento indispensabile per ragioni di sicurezza, economiche e di salvaguardia della produzione);
2. la necessità di reimpostare il processo di trattamento del minerale, con l'abbandono dell'impianto mineralurgico di Assemini a favore di una nuova infrastruttura;
3. la necessità di ampliare i volumi di minerale estraibile attraverso un programma sistematico di ricerca mineraria;
4. la necessità di coprire parte dei costi di approvvigionamento energetico con impianti di autoproduzione.

Su queste basi si è prodotto un piano di ripresa dell'attività mineraria di ampio respiro, che non risulti 'predatorio' nei confronti delle risorse di più facile reperibilità a breve termine, ma che anzi si focalizzi su uno sviluppo logico, efficiente ed armonico della miniera, con una visione di lungo periodo.

Al tempo stesso le note introduttive del progetto chiarivano come la dimensione tecnica e finanziaria dell'intervento fosse tale da rendere necessari ulteriori approfondimenti in corso d'istruttoria, viste anche le criticità evidenziate in tema di accesso alle informazioni di base in sede di ricognizione e di istruttoria (rif. cap. 1 della Relazione Tecnica allegata all'istanza di concessione mineraria): il piano industriale presentato era quindi inteso come strumento di lavoro per una successiva e più dettagliata analisi.

### 1.5.2 Nuovi elementi acquisiti e relative criticità: fasi d'intervento

A partire dai presupposti di cui sopra, gli ultimi mesi hanno visto un ulteriore sforzo di approfondimento ed acquisizione dati (presso la direzione della miniera, presso i dipendenti della società concessionaria, presso le sedi regionali ed universitarie, presso consulenti in passato attivi nel sito di Silius) che, come già lamentato

in passato (rif. capitolo 1 della Relazione Tecnica allegata all'istanza di concessione mineraria), hanno fatto emergere informazioni precedentemente sconosciute e capaci di riorientare il percorso di intervento ed investimento previsto dal piano industriale 2017. In particolare:

1. la verifica dei piani industriali elaborati dai precedenti concessionari (sia pubblici che privati) e delle informazioni giacimentologiche, tecniche e tecnologiche in essi contenuti, ha portato ad una visione più organica dello stato e delle necessità della miniera, rispetto alle quali si è poi cercato riscontro diretto in sito. Sono emersi in particolare documenti inerenti la variazione spaziale delle caratteristiche giacimentologiche e geochimiche dei filoni mineralizzati, le condizioni statiche e meccaniche delle gallerie e dei fornelli, lo stato di conservazione di impianti e macchine in sotterraneo, i progetti (mai attuati) di ammodernamento e ristrutturazione di ampie parti del sotterraneo, che gettano nuova luce sul quadro generale d'intervento e che, ancora una volta, denotano l'estrema frammentazione delle informazioni disponibili;
2. molte delle informazioni acquisite non risultavano né agli atti del Bando per la ripresa dell'attività mineraria (Data Room 2012), né nella disponibilità dell'attuale Direzione della miniera, e la loro acquisizione è stata possibile solo per tramite di professionisti, istituzioni e soggetti a vario titolo storicamente coinvolti nella progettazione e gestione del sito minerario;
3. i campioni di minerale prearricchito raccolti presso il sito di Assemini, a servizio dei test (per la progettazione del nuovo impianto di trattamento del minerale) che la scrivente sta conducendo in collaborazione con società specializzate e con l'Università di Leoben (Austria), hanno mostrato tenori in  $\text{CaF}_2$  e  $\text{PbS}$  largamente al di sotto delle attese, quasi dimezzati rispetto ai valori medi storicamente registrati in uscita dall'impianto di arricchimento Sink Float di Silius, il che pone qualche dubbio circa la piena attendibilità delle informazioni a base di Bando;
4. la verificata impossibilità tecnico-economica di apertura di fronti di scavo intermedi (con finestre di accesso) per la realizzazione della nuova galleria di base (rif. Relazione Tecnica allegata all'istanza di concessione mineraria), assieme alla ormai assodata necessità di scavo della stessa con metodi tradizionali (drill & blast: le condizioni logistiche e geomeccaniche escludono infatti l'impiego di frese a piena sezione), determinano tempi di messa in esercizio del nuovo layout logistico più lunghi del previsto, tali da rendere necessaria una revisione del piano economico nel transitorio (fase di esercizio della miniera antecedente l'operatività del nuovo carreggio).

Per tutti questi motivi, che vanno ad aggiungersi alle criticità evidenziate nella documentazione tecnica allegata all'istanza di concessione mineraria (es. inesistenza di un modello strutturale, geo-meccanico e

giacimentologico tridimensionale della miniera, disorganicità e talora contraddittorietà delle informazioni giacimentologiche/geotecniche/geofisiche disponibili, variazioni sostanziali delle condizioni di mercato della fluorite rispetto all'epoca del Bando), il piano industriale 2017 viene qui confermato nelle sue linee essenziali ma con una revisione della partizione temporale degli interventi, a grandi linee riassumibile come segue:

#### FASE 1

E' la fase legata allo sfruttamento del giacimento disponibile alla vista ed all'utilizzo prioritario delle infrastrutture già esistenti, opportunamente revisionate, modificate, sostituite.

Tale Fase, come meglio dettagliato nel successivo quadro progettuale, prevede:

1. il ripristino e la messa in sicurezza delle vie di accesso al sotterraneo esistenti (pozzi e gallerie di carreggio)
2. la revisione generale del sistema impiantistico del sotterraneo (linee elettricità, aria compressa, acqua; impianti di ventilazione; impianti di eduazione acque; impianti di sollevamento del minerale);
3. la ristrutturazione dell'esistente impianto di prearricchimento Sink Float a bocca miniera (Pozzo Centrale);
4. la realizzazione di un nuovo impianto di flottazione a bocca miniera (Pozzo Centrale), modulare e completamente smontabile/rimovibile in caso di successivo trasferimento degli impianti alla bocca della nuova galleria di base di Fase 2;
5. la realizzazione di un sistema efficiente per la ripiena dei vuoti di coltivazione con i sottoprodotti del ciclo di lavorazione;
6. la messa in sicurezza idrogeologica delle aree esterne interessate dai cantieri di produzione e trattamento e dalle aree degli Uffici e del Personale;
7. la razionalizzazione degli spazi tecnici e direzionali in superficie;
8. l'attuazione del programma di ricerca mineraria descritto nella documentazione tecnica allegata all'istanza di concessione mineraria (ed oggetto di specifico Permesso di Ricerca, in istruttoria)

#### FASE 2

E' la fase legata allo sfruttamento del giacimento potenziale, che andrà riconosciuto e dimensionato sulla base degli esiti dell'attività di ricerca mineraria estensiva sopracitata.

Tale Fase, come meglio dettagliato nel successivo quadro progettuale, prevede:

1. la realizzazione della nuova galleria di carreggio al livello 100, con uscita a Ballao in zona esterna a tutti i vincoli idraulici ed ambientali ed in area già destinata ad attività produttive nel piano urbanistico comunale;



2. lo spostamento presso la medesima area dell'intero complesso di trattamento del minerale (impianto di prearricchimento, impianto di flottazione);
3. l'adeguamento del sistema di ripiena dei vuoti di coltivazione con i sottoprodotti del ciclo di lavorazione;
4. il ridimensionamento e/o l'abbandono parziale dei sistemi di eduazione e ventilazione esistenti;
5. il mantenimento di pozzi ed impianti di sollevamento solo per le attività strettamente necessarie (accesso personale, sicurezza, vie di fuga, ecc.).

#### 1.5.3 Oggetto dello Studio d'Impatto Ambientale

Proprio per l'impossibilità di definire oggi un progetto concreto di attuazione della Fase 2, le cui caratteristiche potranno essere definite solo a valle degli esiti della ricerca mineraria, il presente SIA riguarda e si concentra esclusivamente sulle attività di Fase 1.

Qualora la prosecuzione del giacimento verso E, individuata dalla ricerca mineraria, garantisca le condizioni per la concreta attuazione della Fase 2, sarà cura della scrivente attivare un addendum del procedimento di Valutazione d'Impatto Ambientale per le nuove opere nel frattempo dimensionate.



## 1.6 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO

La concessione mineraria di “Genna Tres Montis” è situata al centro del territorio del Gerrei ed è ripartita tra i comuni di Silius (oltre l’80%) e S. Basilio, entrambi ricadenti nella Provincia del Sud Sardegna.

Di seguito se ne riportano i dati essenziali:

SUPERFICIE: 492 ha

VERTICI topografici della concessione (coordinate GAUSS BOAGA):

Vertice A	X	1.523.538	Y	4.376.723
Vertice B	X	1.524.227	Y	4.375.615
Vertice C	X	1.520.959	Y	4.372.884
Vertice D	X	1.519.905	Y	4.374.361
Vertice E	X	1.521.907	Y	4.374.701

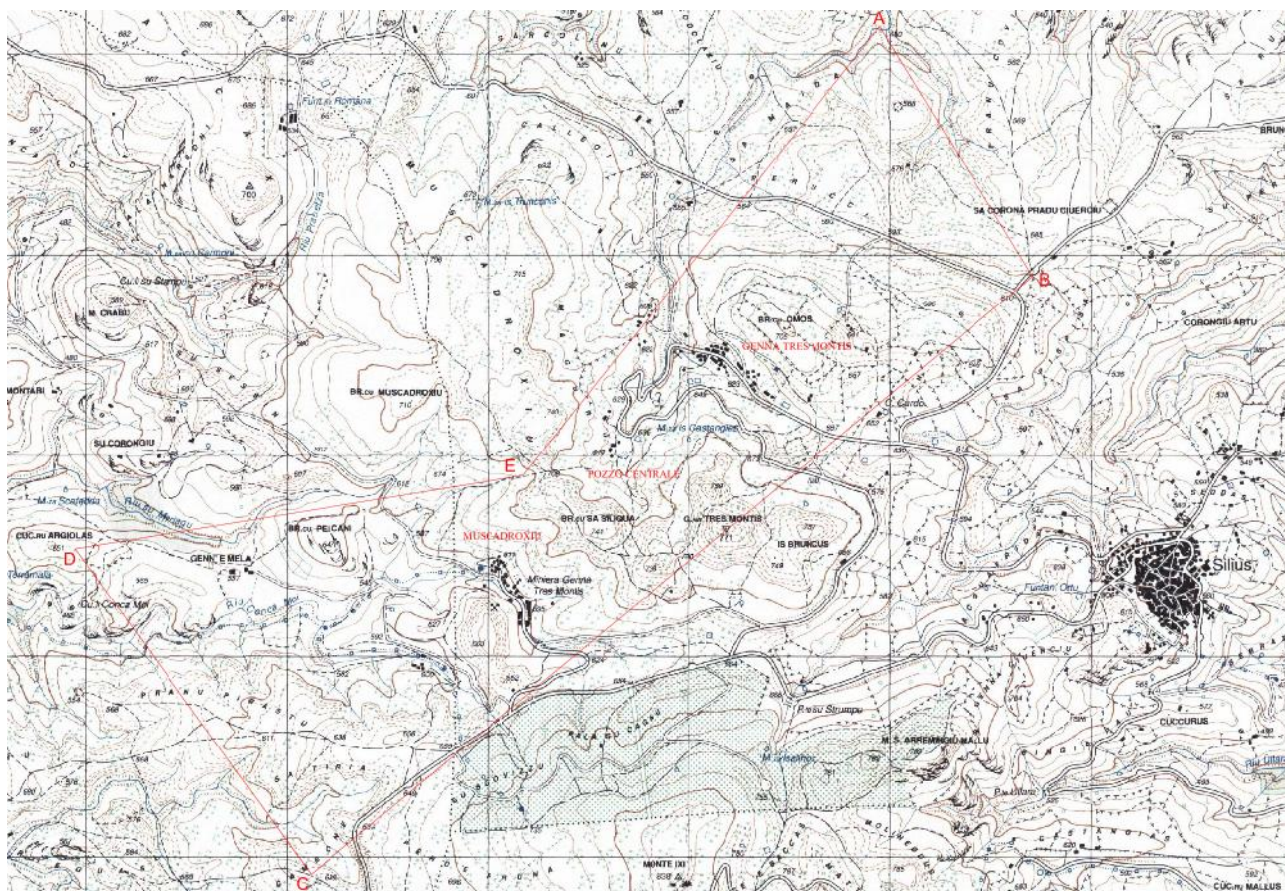


Figura 1 – Perimetro della concessione mineraria vigente

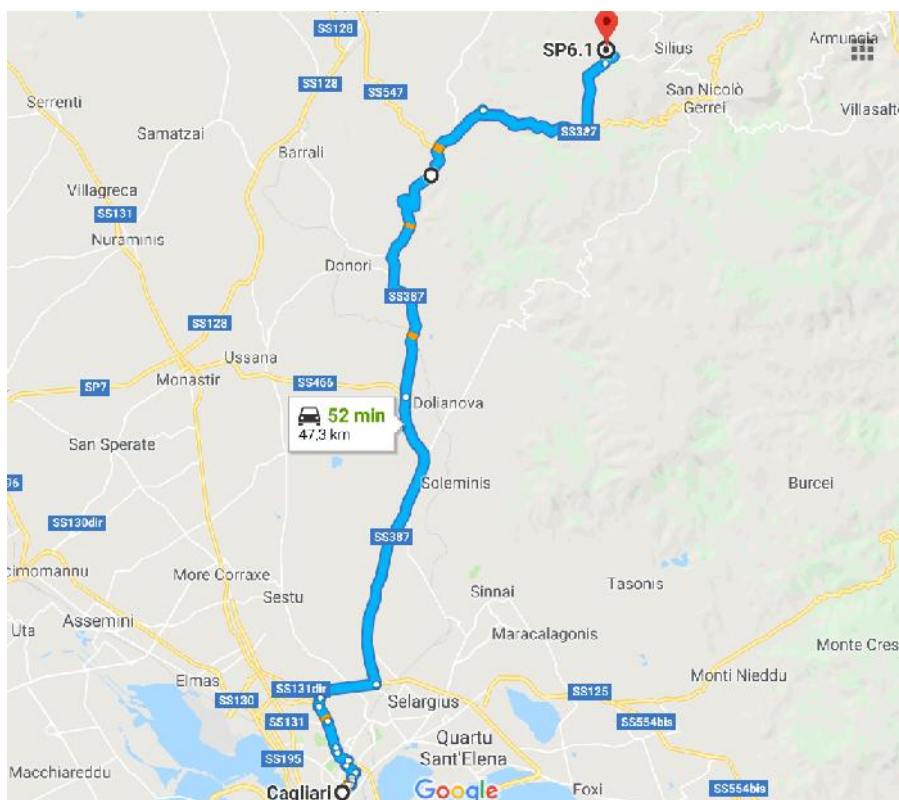


La miniera di Silius, oggetto d'intervento in **Fase 1**, dista da Cagliari poco meno di 50 km, percorrendo rispettivamente la SS 387 (da Cagliari al bivio Silius-San Nicolò Gerrei) e la SP 25 (dal bivio citato ai cantieri minerari di Muscadroxiu e Genna Tres Montis); i cantieri minerari (in particolare Genna Tres Montis e Pozzo Centrale) sono accessibili anche dalla SP 26 (Silius – San Basilio). Le aree minerarie ed i cantieri attuali sono inoltre collegati fra loro da una fitta rete di strade bianche comunali.

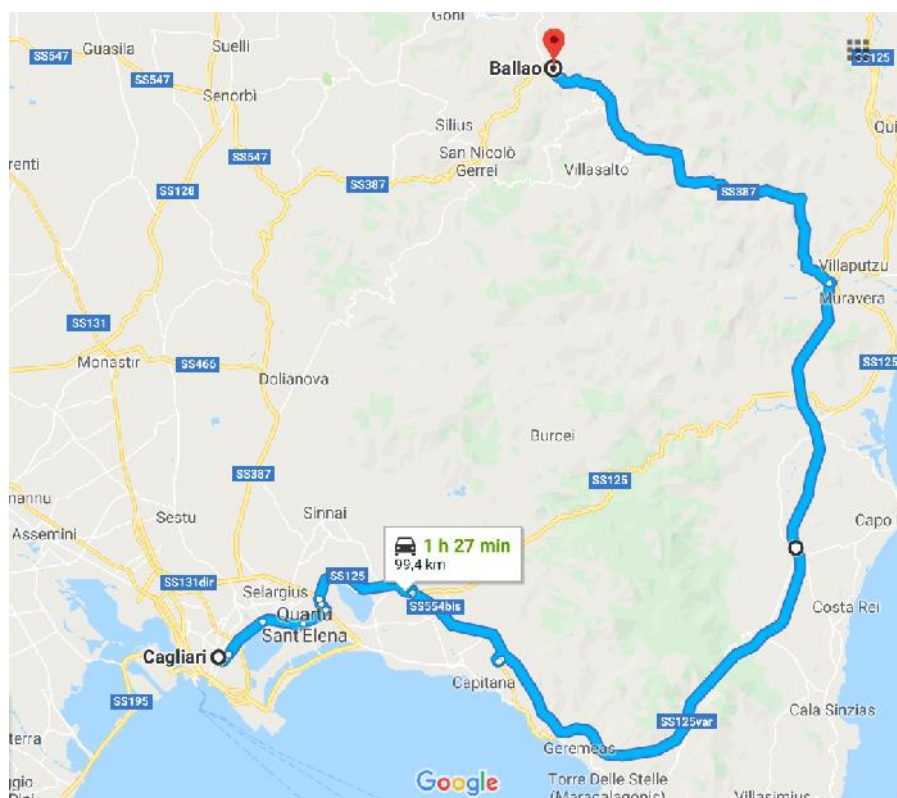
Nella cartografia I.G.M. in scala 1: 25.000, l'area ricade nel Foglio 548 Sezione I "Goni".

Nelle tavole progettuali allegate sono riportati il limite della concessione mineraria e l'ubicazione di cantieri e stabilimenti.

Le aree di intervento della successiva **Fase 2** sono invece collocate in Comune di Ballao, a monte dell'abitato lungo la strada per Escalaplano, e sono accessibili direttamente da quest'ultima (SP 21). Sono raggiungibili da Cagliari attraverso la SS 387 (da Cagliari a Ballao) e la SP 21 (Ballao – bivio Escalaplano-Goni), od in alternativa, con un percorso più lungo ma più idoneo a trasporti di grandi dimensioni, dalla SS 125 var (da Cagliari a Muravera), dalla SS 387 (da Muravera a Ballao) e dalla SP 21 già citata.



*Figura 2 – Accesso alle aree di fase 1 via SS 387 e SP 21*



*Figura 3 – Accesso alle aree di fase 2 via SS 125 var e SS 387*

## 1.7 IL CONTESTO SOCIO-ECONOMICO

I Comuni di Silius, San Basilio e Ballao appartenevano alla Comunità Montana N° 21 Sarrabus Gerrei ma, per effetto della Legge Regionale 12/2005, che ha decretato la modifica sostanziale delle regole relative alla costituzione/esistenza delle Comunità Montane, le funzioni di queste ultime sono state assorbite dalla Provincia di Cagliari (poi Sud Sardegna), mentre la funzione di integrazione su base intercomunale è stata affidata all'Unione dei Comuni.

Silius insieme ad Armungia, Ballao, Goni, San Basilio, Escalaplano, San Nicolò Gerrei e Villasalto appartiene all'Unione dei Comuni del Gerrei.

Secondo i dati dei rapporti GAL, la miniera di Silius ha storicamente costituito la realtà industriale più importante del Gerrei e di gran parte della Sardegna sud orientale.

A tutt'oggi la miniera rappresenta, nonostante l'occupazione sia ridotta a poco più di 40 addetti, un importante riferimento economico ed occupazionale, in linea con una tradizione che, oltre alla miniera di Genna Tres Montis ha visto attive poco distanti anche le miniere di Baccu Locci (Villaputzu), Su Suergiu (Villasalto), Corti Rosas (Ballao) e Bruncu Molentinu (San Vito) e numerose altre minori.

In generale, il territorio del Gerrei è caratterizzato da un progressivo spopolamento ed invecchiamento della popolazione, determinato, in particolare, dall'impossibilità di garantire redditi sufficienti tramite le attività tradizionali legate ai settori agricolo e della pastorizia e, spesso, dallo scarso appeal che tali attività esercitano sui giovani.

In particolare, nei comuni di Silius e San Basilio, negli ultimi 10 anni, si è riscontrata una riduzione della popolazione di circa il 10%, attualmente attestata a circa 2500 unità complessive sui due Comuni; numeri ancor più negativi sono registrati a Ballao, con una decrescita demografica superiore all'11% sul decennio ed una popolazione residente contenuta in poco più di 800 unità. Gli stessi tre Comuni registrano inoltre, sul periodo 2001-2013, una flessione del numero di abitanti di età compresa fra 15 e 30 anni (fascia di età di ingresso nel mondo produttivo) compresa fra il 26% e il 35%, che conferma la fuga della popolazione più giovane (e potenzialmente in grado di creare nuove fonti di reddito per le famiglie) ed il progressivo invecchiamento della popolazione residente.

L'abbandono del territorio determina, a cascata, un ulteriore peggioramento della situazione, con un crollo della domanda locale che causa un'ulteriore contrazione dei redditi ed una riduzione dei servizi forniti in ambito locale.

Si crea dunque un circolo vizioso che è necessario interrompere per generare un reale sviluppo del territorio.

La situazione sopra descritta è correlata, come anticipato, ad una forte crisi occupazionale.

Dai dati esistenti per l'ambito regionale emerge come il mercato del lavoro della Sardegna mostri un'evoluzione abbastanza in linea con l'andamento del resto dell'Italia. Il forte decremento del tasso di partecipazione osservato non è stato omogeneo su tutto il territorio regionale, ma ha riguardato in particolar modo le province di Nuoro, Olbia Tempio e Carbonia Iglesias (oggi Sud Sardegna).

Risulta un peggioramento della situazione occupazionale regionale, che nel periodo 2007-2013 ha fatto registrare la perdita di oltre 60 mila posti di lavoro (-10%), 40 mila dei quali imputabili alla variazione fra il 2012 e il 2013 (-7,3%). Nel 2013 il tasso di occupazione 20-64 anni si attesta al valore medio del 51,66%, circa 8 punti al di sotto della media nazionale (59,8%). Per la popolazione maschile, nel 2013, il tasso di occupazione è stato pari al 61,0%, mentre quello della popolazione femminile si è attestato al 42,3%, di molto inferiori a quelli del Paese nel suo complesso (rispettivamente pari al 69,8% e al 49,9%).

In Sardegna il numero di persone in cerca di occupazione, nel 2013, risultava pari a circa 117 mila unità e, fra il 2007 e il 2013, il numero di disoccupati è aumentato nella Regione del 74%, soprattutto a causa dell'incremento della componente maschile. Il tasso di disoccupazione, nel 2013, è risultato pari al 17,5% crescendo negli ultimi due anni a ritmi di due punti percentuali e neutralizzando la riduzione che si era avuta nel 2011.

Ancor più grave è la situazione dei giovani: il tasso di disoccupazione giovanile (15-24 anni), nel 2013, è risultato pari al 54,2%; risulta particolarmente critica anche la condizione dei giovani fra 25 e 34 anni, che nel 2013 fanno registrare un tasso di disoccupazione del 29,2%.

Il Gerrei non si discosta da tali numeri, mostrando anzi elementi perfino peggiorativi: il tasso di disoccupazione a Silius, San Basilio e Ballao ha toccato nel 2011 (ultimo dato reperito) il valore, rispettivamente, del 29.1%, del 23.8% e del 26.7%, a fronte di un tasso di disoccupazione giovanile che raggiunge nell'ordine il 68.6%, il 52.3% e il 46.7%.

La struttura del sistema produttivo della Sardegna mostra una prevalenza del settore terziario; le attività industriali, segnatamente quelle manifatturiere, risultano assai limitate rispetto al complesso delle attività economiche dove resta ancora significativo il peso del settore primario (agricoltura, silvicoltura e pesca), soprattutto in confronto con quanto si rileva, in media, a livello nazionale. Nel 2012 la quota di valore aggiunto imputabile al settore dei servizi in Sardegna rappresenta l'82,9% del totale, in aumento di quasi sei punti percentuali rispetto al 2005. All'opposto, il peso dell'industria in senso stretto, già modesto prima della crisi, negli ultimi anni si è ulteriormente ridotto, fino a raggiungere nel 2012 un'incidenza pari all'8,9% del



totale, inferiore di oltre 9 punti al valore medio nazionale (18,4%) ed in calo di oltre 3 punti percentuali al valor del 2008.

I livelli di disoccupazione esaminati e il peggioramento delle condizioni economiche dei soggetti più a rischio si associano a problematiche di tipo sociale, di emarginazione e di difficoltà economica: nel 2012 in Sardegna la percentuale di persone che vivono in famiglie dove nessun componente lavora o percepisce una pensione da lavoro, sul totale delle persone che vivono in famiglie con almeno un componente di 18-59 anni, è pari all'8,4%, un punto in più rispetto al dato nazionale, mentre l'indice di povertà regionale, pari alla quota percentuale di residenti che vivono in famiglie al di sotto della soglia di povertà relativa, rappresenta il 25,3% del totale delle famiglie residenti, percentuale molto più alta rispetto alla media nazionale ferma al 15,8.

In questo contesto drammatico, lo sviluppo di un'iniziativa quale quella della ripresa dell'attività mineraria di lungo periodo a Silius può rappresentare un elemento di relevantissimo interesse per l'economia della zona, sia in termini di occupazione diretta che di indotto, e può innescare ricadute positive sull'intero tessuto sociale del Gerrei.

## 1.8 IL BANDO RAS PER LA RIPRESA DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA NELLA MINIERA DI SILIUS

In data **20.2.2012** il Servizio attività estrattive dell'Assessorato dell'Industria della Regione Sardegna ha bandito una gara per "PRESENTAZIONE DI PROPOSTE PROGETTUALI FINALIZZATE AL RILASCIO DELLA CONCESSIONE PER LA RIATTIVAZIONE AI FINI PRODUTTIVI DELLA MINIERA DENOMINATA "GENNA TRES MONTIS" PER MINERALI DI F, Pb, Zn, Ag E Ba IN TERRITORIO DEI COMUNI DI SILIUS E SAN BASILIO (CA) CON IMPIANTO DI TRATTAMENTO MINERALURGICO NEL COMUNE DI ASSEMINI (CA)", la cui graduatoria è stata approvata in data **09.04.2013**, con selezione del progetto presentato dalla società Fluorite Italia S.r.l. (Gruppo Fluorsid) quale progetto aggiudicatario.

Ad Aprile 2016, la Regione Sardegna ha archiviato il progetto presentato dalla società Fluorite Italia S.r.l., per incompatibilità dell'impianto di trattamento mineralurgico di Assemini con la nuova pianificazione urbanistica del medesimo Comune.

In data **28.04.2016**, la Regione Sardegna ha conseguentemente riaggiudicato il bando di cui sopra all'ATI con capogruppo SMA Srl (seconda classificata), richiedendo contestualmente il deposito della documentazione tecnica necessaria per l'avvio del procedimento di rilascio della concessione mineraria.

A tale nota, la Società SMA Srl rispondeva – dopo una lunga serie di verifiche tecniche - in data **19.11.2016**, confermando l'interesse a procedere con l'istanza di concessione ma anche segnalando una serie di criticità riscontrate nel corso degli approfondimenti svolti nei mesi precedenti e finalizzati alla ripresa del progetto.

Dopo una fase di confronto tra la Regione Sardegna ed il soggetto aggiudicatario, quest'ultimo ha depositato, in data **13.03.2017**, l'istanza di concessione mineraria di cui sopra, cui ha fatto seguito la comunicazione di avvio del procedimento del Servizio Attività Estrattive regionale in data **11.04.2017**.

In data **04.07.2018**, l'ATI aggiudicataria, in coerenza con le prescrizioni di bando, ha dato luogo alla costituzione della società di scopo denominata Mineraria Gerrei Srl, con sede legale a Silius (SU) e sede operativa presso gli uffici della società mandataria dell'originaria ATI a Passirano (BS).

Il presente Studio d'Impatto Ambientale, in capo alla società Mineraria Gerrei Srl, si inserisce quindi nel quadro procedimentale finalizzato al rilascio della concessione mineraria per la ripresa dell'attività estrattiva presso il sito di Silius.





## 1.9 IL SOGGETTO PROPONENTE

Il soggetto proponente l'intervento oggetto di Valutazione d'Impatto Ambientale è quello presentatosi in sede di bando, ovvero un raggruppamento di imprese con esperienza specifica nel settore minerario ma non solo, capace di valorizzare competenze diverse messe al servizio di un più efficace piano di sviluppo della miniera.

Il raggruppamento, rappresentato dalla capogruppo **SMA Società Mineraria Alta Val Trompia S.r.l.** (società già impegnata in programmi di ricerca e coltivazione di altri giacimento fluoritici, il cui oggetto sociale prevede esplicitamente lo sviluppo e la conduzione dell'attività mineraria e mineralurgica), si è costituito in società di scopo con atto del Notaio Scutra in Brescia del 04.07.2018, ai sensi dell'art. 156 del D. Lgs. 163/2006.

La società, che ha assunto il nome di **Mineraria Gerrei Srl** e che ha stabilito la propria sede legale in Sardegna, si avvale dell'esperienza pluriennale acquisita dai suoi soci **SMA Srl (Gruppo Lucchini e Gruppo Holding Alpina)** e **Edilmac Srl (Gruppo Maccabelli)** ed amministratori nella promozione di attività di ricerca e sviluppo di iniziative di produzione mineraria.



#### 1.10 PRECEDENTI DELLA COLTIVAZIONE MINERARIA DEL SITO

Le informazioni che seguono sono tratte dalla documentazione tecnica allegata al bando RAS.

Le Miniere di Genna Tres Montis e Muscadroxiu nacquero sotto gestione privata e passarono in capo a società controllate dalla Regione Sardegna a partire dal 1992, dapprima con la Nuova Mineraria Silius Spa, poi con la Fluorite di Silius Spa.

I primi episodi di attività di ricerca, mirati in realtà più alla galena che alla fluorite, risalgono agli anni 1916-17 nella zona di Su Spinosu e di Ortu, ma solo dai primi anni '50 si ha un interesse crescente anche per la fluorite.

Negli anni 70-80 la situazione favorevole del mercato della fluorite permise alle miniere di Silius di raggiungere livelli occupazionali e di produzione ragguardevoli, con punte di quasi 600 dipendenti e oltre 450.000 t di *tout-venant* prodotti in un anno, divenendo uno dei principali produttori mondiali.

Dalla metà degli anni '80 la miniera ha subito un riassetto per quanto riguarda la meccanizzazione dei sistemi di produzione, optando per l'utilizzo di macchine elettro-idrauliche. Questa scelta, sicuramente coraggiosa per i tempi, ha comportato la completa elettrificazione della miniera ed ha condizionato anche gli sviluppi successivi delle strutture minerarie.

Nel 2002 la società, con un personale occupato di 164 unità (al 31/12/2002), raggiunse una produzione di *tout-venant* di 153.600 t dai quali si ricavarono circa 38.000 t di fluorite e 4.200 t di galena.

Queste quantità, più basse rispetto alla media degli anni precedenti, risentirono del ritardo accumulato nelle nuove preparazioni e nella concomitanza con i lavori strutturali legati all'approfondimento della miniera.

Per quanto riguarda la galena, che rappresenta un sottoprodotto, con la chiusura delle miniere dell'iglesiente, la miniera di Silius è diventata la maggiore produttrice in Italia.

In occasione dell'ultimo rinnovo della concessione, la miniera di "Genna Tres Montis" è stata unificata con l'altra concessione di "Muscadroxiu II", con conseguente sfruttamento organico ed unitario del giacimento, con servizi e infrastrutture comuni.



ANNO	OCCUPAZIONE (n°)	T.V. (t)	FLUORITE g.a. (t)	TENORE CaF2%	GALENA (t)	TENORE Pb%	BARITE (t)	FLUORITE METALL. (t)
1955	35	12.573	5.222		86			
1956	48	22.251	9.531		276			
1957	60	27.235	10.634		573			
1958	80	30.887	11.475		742			
1959	102	26.014	14.780		399			
1960	108	39.212	17.550		1.005			
1961	122	48.289	18.439		1.647		735	791
1962	298	70.164	33.974		3.445		8.408	3.576
1963	337	77.871	38.440		3.120		11.100	4.338
1964	342	71.728	37.215		2.214		6.977	5.045
1965	343	127.564	50.715		4.130		8.932	5.444
1966	384	180.241	60.148	39,5	6.139		8.475	8.069
1967	406	242.972	85.267	40,0	7.270		1.351	12.099
1968	397	308.469	112.147	42,2	6.307		8.763	8.700
1969	443	331.470	135.806	45,7	9.868		10.340	7.133
1970	474	426.112	163.147	43,2	10.935		14.835	3.686
1971	560	466.730	172.524	41,5	7.484	1,1	14.124	45
1972	586	367.181	131.515	45,2	7.139	1,4	8.099	141
1973	587	322.895	114.050	44,8	7.678	1,7	5.146	235
1974	561	350.356	116.838	42,7	10.580	2,1	3.935	221
1975	540	375.453	122.200	41,9	10.750	2,0	4.800	
1976	522	323.291	109.300	42,8	9.050	2,0	4.560	
1977	513	329.252	108.000	43,5	10.000	2,1	7.775	
1978	499	322.738	105.230	37,0	11.920	2,6	6.100	
1979	524	326.637	115.400	36,9	15.783	3,4	3.300	
1980	526	325.012	120.020	36,3	13.600	3,0	3.300	
1981	521	348.757	120.860	35,8	13.550	2,8	3.200	
1982	506	341.996	111.670	34,1	8.970	1,9	1.880	
1983	395	328.419	102.000	34,7	13.000	2,8	5.000	
1984	373	343.612	110.330	36,4	15.500	3,2	2.680	
1985	367	296.194	96.250	36,2	12.900	3,1	220	
1986	352	314.489	90.900	33,5	17.000	3,8		
1987	326	330.481	78.300	27,5	12.200	2,6		
1988	340	357.876	85.700	29,0	13.300	2,6		
1989	341	281.915	64.800	26,1	11.600	2,9		
1990	328	289.392	73.000	32,8	13.400	3,3		
1991	282	182.034	55.010	31,8	10.000	3,9		
1992	283	220.045	53.350	29,0	8.650	2,8		
1993	277	187.719	58.000	30,9	8.900	3,3		
1994	209	153.354	45.292	32,8	7.068	3,3		
1995	210	311.055	91.529	36,0	10.094	2,5		
1996	239	330.353	91.342	30,9	9.933	2,2		
1997	234	288.036	87.684	33,2	10.042	2,6		
1998	215	300.034	83.345	30,6	7.832	2,0		
1999	206	185.444	45.113	27,6	6.768	2,8		
2000	193	134.234	37.010	31,3	4.794	2,4		
2001	186	109.109	26.160	27,0	4.016	2,7		
2002	164	153.648	38.218	28,4	4.234	2,1		
2003	163	107.740	26.387	28,0	4.017	2,3		
2004	163	73.714	17.911	27,9	1.226	1,3		
2005	131	79.593	26.826	36,3	1.299	1,2		
<b>TOTALE PRODUZ</b>		<b>11.601.840</b>	<b>3.736.554</b>		<b>392.433</b>		<b>154.035</b>	<b>59.523</b>

Figura 4 – Livelli occupazionali e produzione della miniera nel periodo 1955-2005

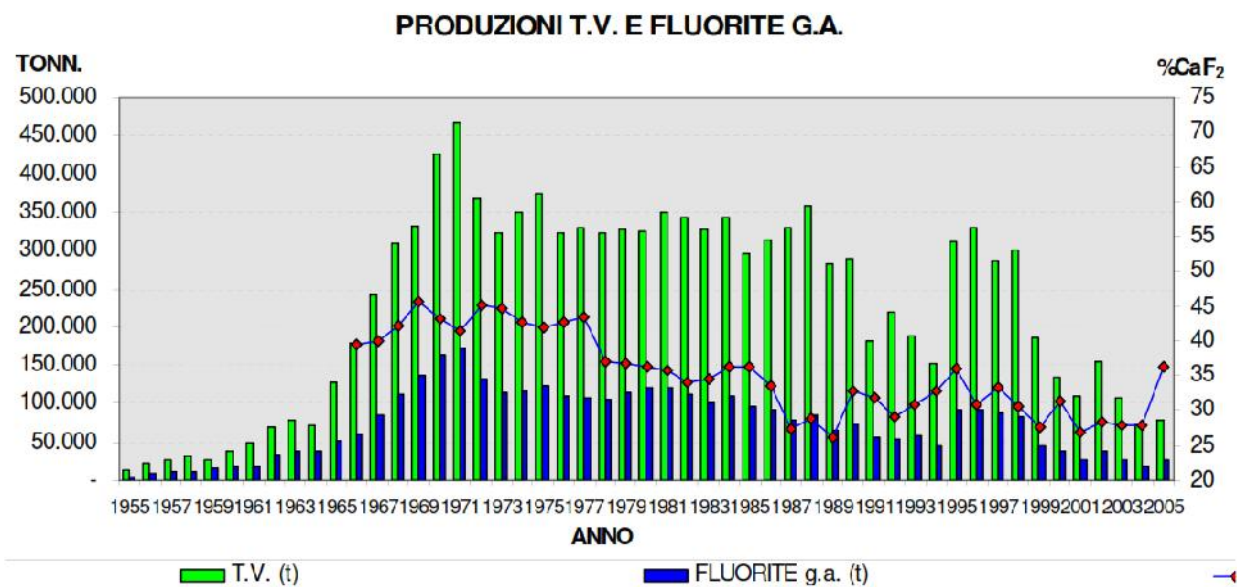


Figura 5 – Rapporto fra produzione di TV (tout venant) e di fluorite mercantile (grado acido)

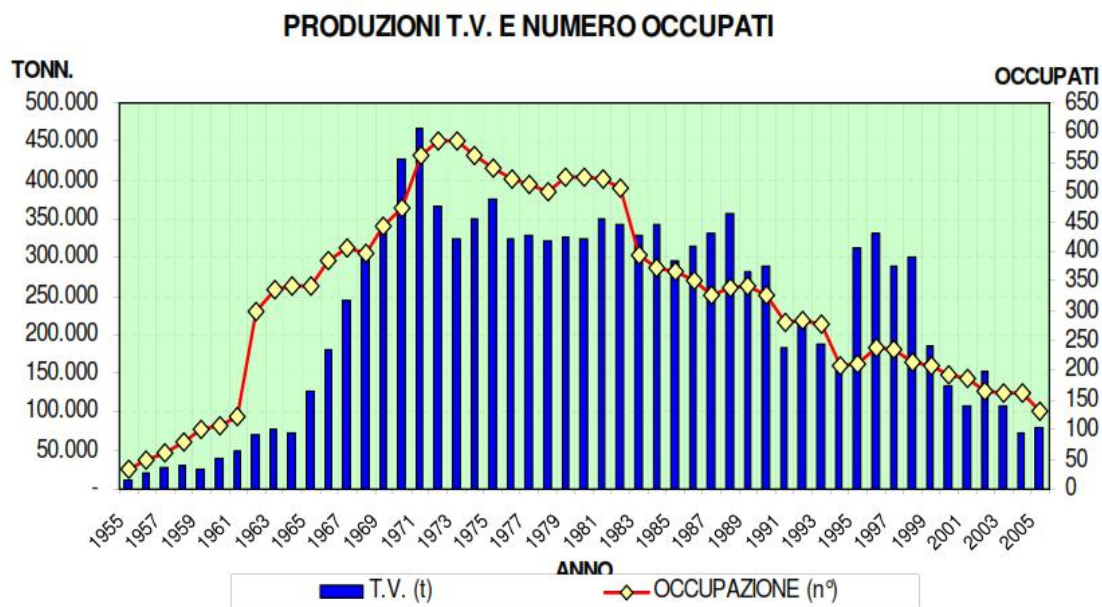


Figura 6 – Rapporto fra produzione di TV (tout venant) e numero di occupari

### 1.11 MOTIVAZIONI ALLA BASE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

Il progetto in esame è finalizzato al riavvio, a condizioni economiche, dell'attività produttiva della miniera di Silius, per la produzione di fluorite a grado acido, destinata al mercato interno o all'esportazione, di galena mercantile destinata alla vendita al settore metallurgico, ed eventualmente di barite e terre rare (materiali da ricercare e valutare nell'ambito del permesso di ricerca già avviato).

A tale scopo è stata eseguita un'analisi dello stato attuale della miniera e degli impianti, delle risorse minerarie storicamente accertate del giacimento, degli investimenti necessari per il perseguimento degli obiettivi produttivi, delle relative esigenze del personale tecnico e operaio, dei flussi economici e finanziari.

Le motivazioni per la riattivazione e l'esercizio efficiente della miniera partono da alcuni presupposti fondamentali che di seguito si riassumono:

1. La presenza di un giacimento di dimensioni rilevanti, con oltre 2 milioni di tonnellate di minerale già a vista, con vie di accesso al sotterraneo e grandi preparazioni già eseguite, con prospettive di significativa espansione dei volumi mineralizzati disponibili per lo sfruttamento a valle del programma di ricerca mineraria attivato dal soggetto proponente.
2. La collocazione del giacimento in un contesto geo-politico stabile ed in un Paese democratico, entrambi elementi che forniscono garanzie in termini di approvvigionamento della risorsa.
3. L'esistenza di un programma comunitario di valorizzazione delle risorse minerarie interne, che annovera la fluorite tra i 20 minerali dichiarati strategici dall'UE (oltre che da Cina e USA).
4. Un contesto di mercato internazionale della fluorite in lenta crescita (dopo anni di discesa dei prezzi), con produzione sostanzialmente stabile, consumi in crescita e progressiva riduzione delle esportazioni da parte di Paesi produttori (es. Cina).
5. La possibilità di coprire parte dei costi di approvvigionamento energetico, che rappresentano parte significativa degli oneri operativi di gestione della miniera, con impianti di autoproduzione che rappresentino, sul medio-lungo termine, un valore aggiunto di beneficio alla struttura finanziaria dell'operazione.
6. L'opportunità di creazione di un sistema di indotto industriale in un'area economicamente in difficoltà attraverso l'affidamento ad imprese del territorio di un ventaglio di attività collaterali a quella mineraria (trasporti, alloggio e ristorazione, opere specialistiche di ripristino ambientale, ecc.).
7. L'opportunità di stimolare l'autoimprenditorialità locale supportando, anche attraverso il couso delle strutture e sovrastrutture minerarie, lo sviluppo di attività diverse ma coordinate con quella mineraria (promozione turistica, promozione scientifica, promozione dell'artigianato, ecc.)



8. La possibilità di attivare, con il supporto delle Amministrazioni pubbliche, un circolo virtuoso che consenta all'attività mineraria, nell'ottica di un sempre più efficace sviluppo del territorio, di raccogliere contributi economici pubblici e privati finalizzati alla ricerca ed all'innovazione delle tecnologie di coltivazione e trattamento del minerale.

La proposta progettuale conseguente, come anticipato in premessa, distingue chiaramente due fasi di intervento, la cui discriminante è l'esito dell'attività di ricerca mineraria finalizzata all'ampliamento delle risorse minerarie utili.

Nella prima fase il centro dell'attività mineraria saranno gli impianti di Silius, opportunamente ristrutturati ed ammodernati, e completati con la realizzazione del nuovo impianto di trattamento del minerale a bocca miniera. In questa fase lo schema logistico e produttivo del sotterraneo, seppur con alcune modifiche, risulterà in linea con quello storico, mentre completamente nuovo sarà lo schema di trattamento del *tout venant*, con concentrazione delle lavorazioni presso il sito di estrazione.

Nella seconda fase, da attivarsi a seguito dell'individuazione della prosecuzione del giacimento filoniano verso E (oltre la faglia perimetrale che attualmente lo delimita in sotterraneo), il centro di produzione e trattamento si sposterà su Ballao grazie alla realizzazione di nuove infrastrutture in sotterraneo (ed in particolare della nuova galleria di base al livello 100): ciò comporterà la revisione completa della logistica (con la necessità di abbandonare la logica dell'estrazione mediante pozzi e promuovere una gestione più moderna ed efficace del sistema di trasporto e movimentazione di mezzi e materiali), delle modalità di educazione delle acque, del sistema di ventilazione, ecc..

Su queste basi si ritiene di poter garantire ampio respiro all'iniziativa, basata su di uno sviluppo logico, efficiente ed armonico della miniera, con una visione di lungo periodo.





## 2 CARATTERISTICHE DELLE AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO

### 2.1 GENERALITA'

Le aree che saranno interessate dal progetto presentato, nella **fase 1** (oggetto del presente SIA) sono:

- Il **sito estrattivo esistente**, ed in particolare:
  - ✓ il **cantiere di Pozzo Centrale**, che diverrà il centro operativo dei nuovi impianti di estrazione e trattamento;
  - ✓ il **cantiere di Muscadroxiu**, in cui saranno concentrati gli uffici, gli accessi al sotterraneo del personale e le attività direzionali e logistiche;
- le **aree esterne interessate dalle attività di ricerca mineraria**.

Nella **fase 2** (oggetto di addendum eventuale al presente SIA, non trattata in questa sede) si aggiungeranno:

- la **nuova galleria di base**, lunga circa 8.5 km, utilizzata quale ribasso del giacimento per il trasporto in esterno del minerale abbattuto, per il trasporto in sotterraneo dei sottoprodotti della lavorazione, per l'eduzione delle acque e per la ventilazione;
- il **nuovo sito produttivo di Ballao**, dove verranno ricollocati gli impianti di trattamento in un primo tempo collocati a Silius.

## 2.2 IL SITO ESTRATTIVO

### 2.2.1 Accessi e viabilità

Come anticipato al par. 1.6, e come visibile dalla mappa sotto riportata:

- ✓ l'accesso al cantiere **Muscadroxu** avviene tramite strada asfaltata che si distacca dalla SP25 circa 3 km a W di Silius;
- ✓ l'accesso al cantiere di **Pozzo Centrale** è possibile attraverso due strade bianche, delle quali una si distacca dalla SP 25 circa 2 km a W di Silius, e l'altra dalla SP 26 circa 1,5 km a NW di Silius;
- ✓ l'accesso al cantiere di **Genna Tres Montis** si avvale della medesima viabilità di avvicinamento descritta per il Pozzo Centrale;
- ✓ l'accesso ai cantieri di **Acqua Frida** e **Riflusso-Perucci** si avvale di viabilità dedicata che si dirama rispettivamente dalla SP25 e dalla SP26.

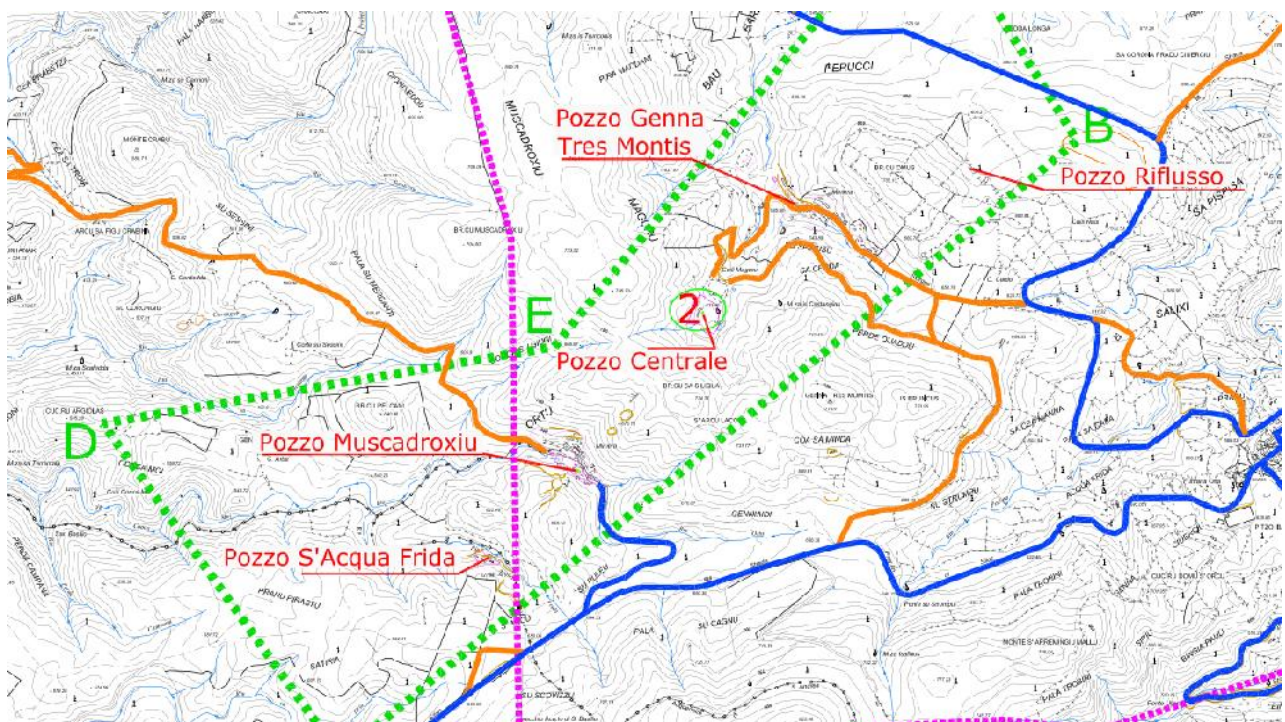


Figura 7 – Viabilità di accesso ai cantieri minerari

Tutte le strade di cui sopra sono agevolmente percorribili dai mezzi d'opera.

## 2.2.2 Caratteristiche climatiche

### 2.2.2.1 Precipitazioni

La mappa seguente illustra la distribuzione delle precipitazioni in Sardegna: il cerchio rosso indica la zona della miniera di Silius.

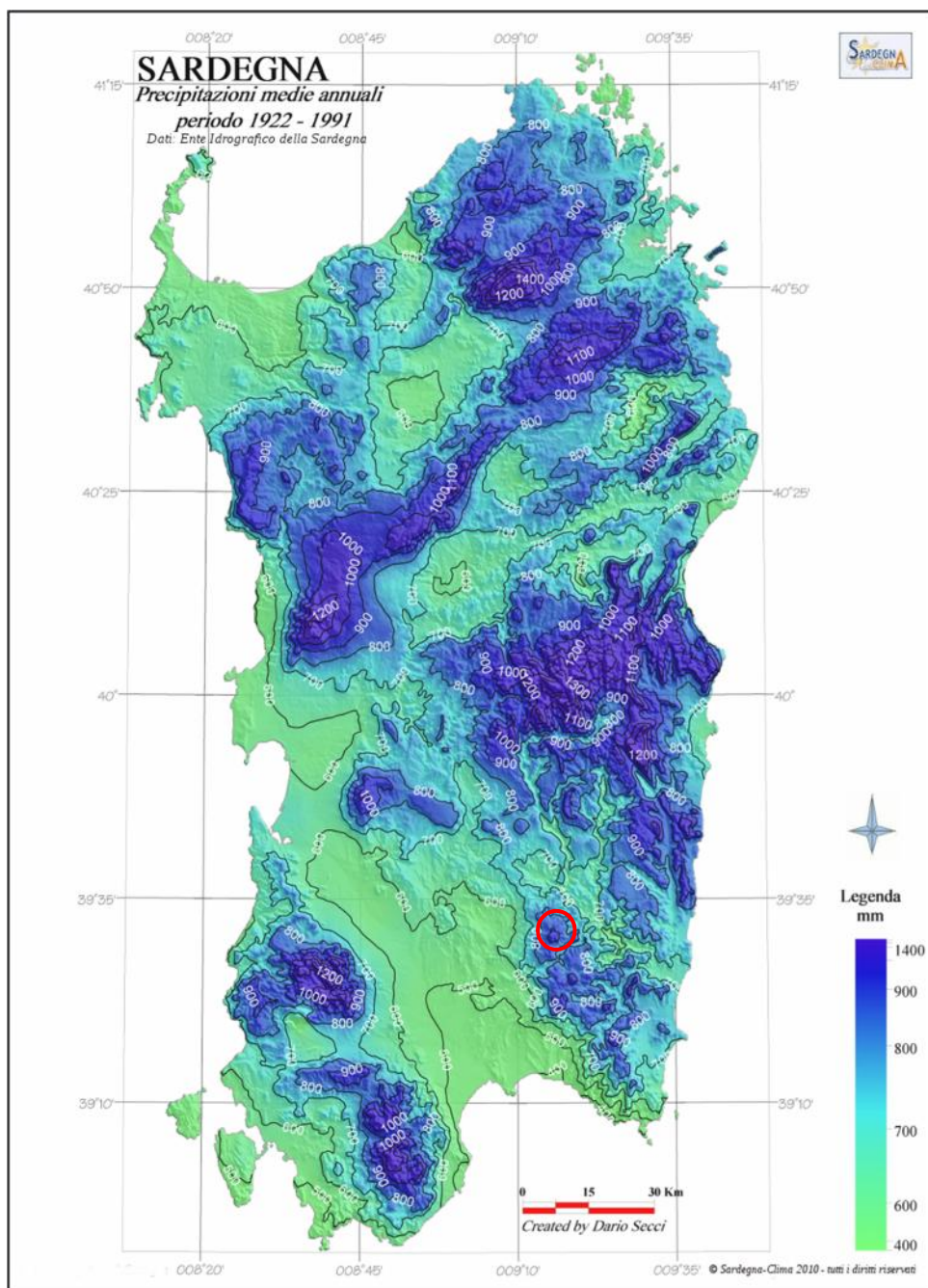


Figura 8 – Mappa delle isoiete medie (periodo 1922-1991) della Regione Sardegna



La stazione meteorologica storica più prossima alla miniera di Silius è quella di San Nicolò del Gerrei, in cui il rilevamento pluviometrico ha coperto il periodo 1922-1991. La piovosità media registrata sul periodo è di circa 813 mm, con una distribuzione sostanzialmente bimodale (picco invernale e magra estiva).

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Totale
H <sub>med</sub>	97.5	102.3	87.7	71.1	50.9	20.9	9.2	13.7	46.7	98	94.5	126.4	818.9

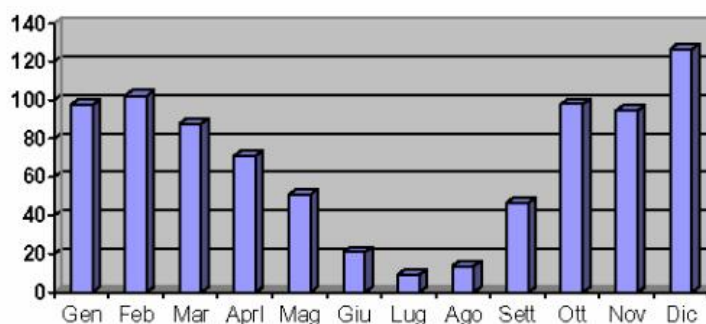


Figura 9 – Distribuzione media mensile delle precipitazioni nella stazione di San Nicolò Gerrei

#### 2.2.2.2 Venti

Il settore montano del Gerrei è interessato da ventosità prevalentemente di provenienza occidentale, con larga prevalenza dei venti di Ponente (frequenza superiore al 35% delle giornate ventose dell'anno) e Maestrale (frequenza attorno al 15%), e con velocità prevalenti comprese tra 5 e 15 m/s.

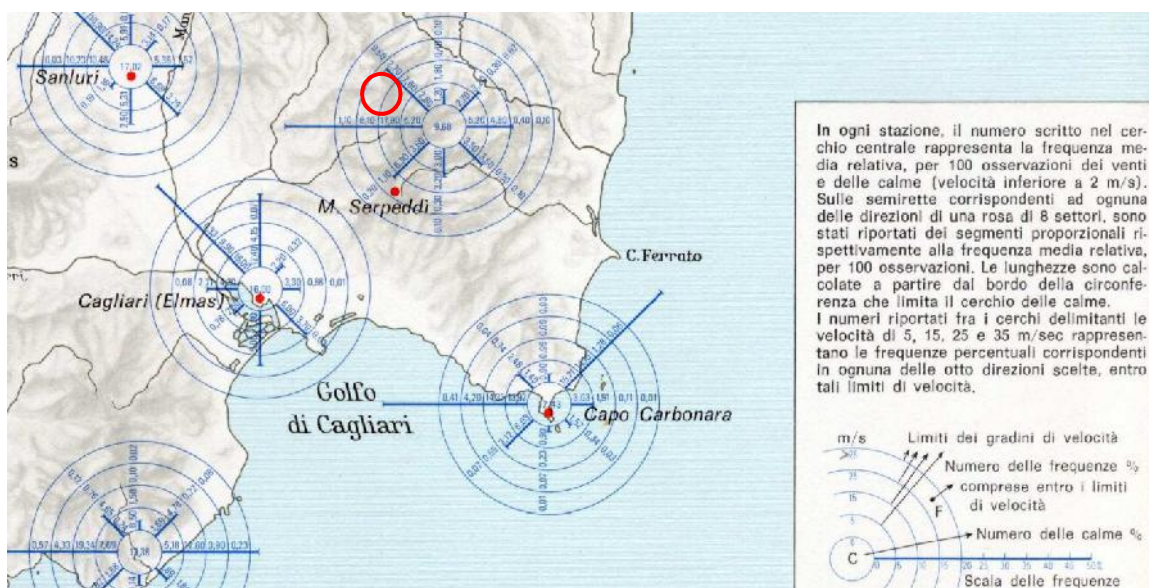


Figura 10 – Direzione, frequenza ed intensità dei venti nel Sud Sardegna (in rosso l'area di Silius)

### 2.2.2.3 Temperatura

La fascia del Gerrei compresa tra i 500 e i 700 m di quota è caratterizzata da un clima moderatamente continentale, con temperature medie annue comprese tra i 13 e 14 °C.

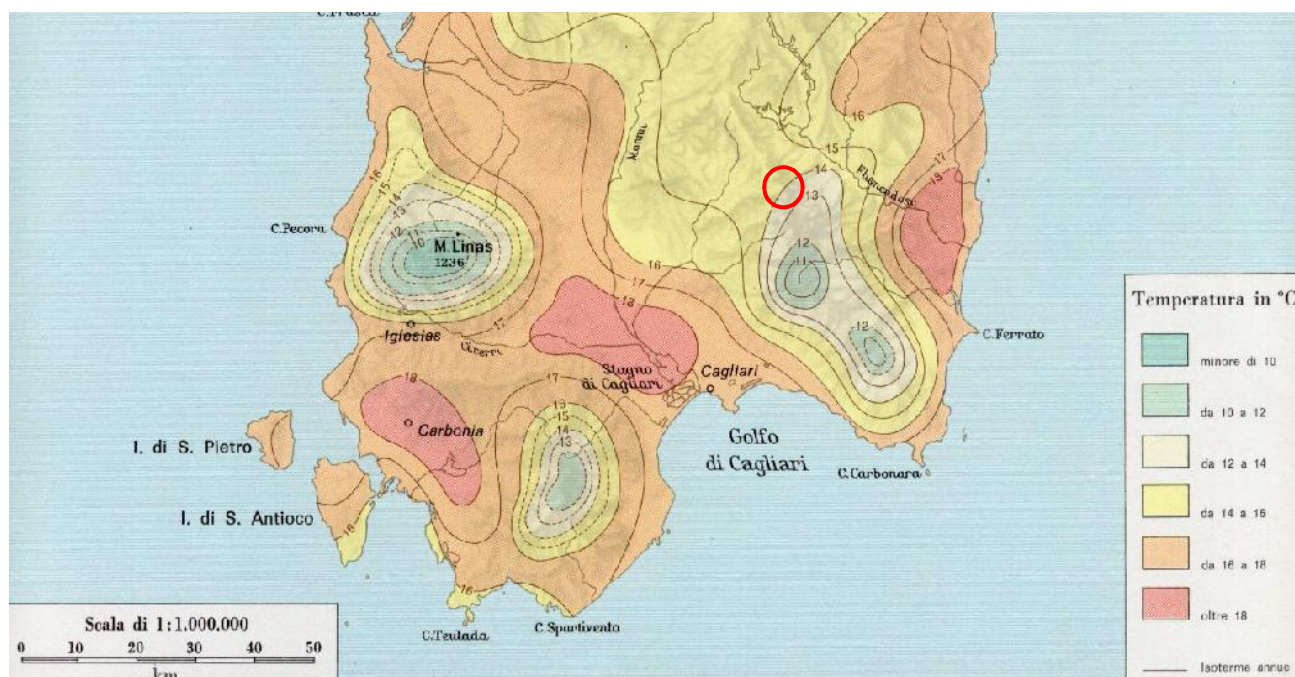


Figura 11 – Mappa delle temperature medie storiche nella zona del Sud Sardegna (in rosso l'area di Silius)

### 2.2.3 Morfologia e idrografia

Le caratteristiche morfologiche del territorio di Silius e San Basilio, ove si collocano i cantieri minerari, sono quelle tipiche di tutto il Gerrei: altipiani sviluppati a quote comprese tra i 600 e gli 800 m s.l.m. incisi da valli profonde di origine morfotettonica e soprattutto fluviale.

Nello specifico l'altipiano di Silius si colloca sullo spartiacque tra il bacino del Flumendosa a E e quello del Flumini Mannu a W: la stessa concessione mineraria è divisa in tal senso in due dal crinale Bruncu Sa Siliqua – Bruncu Muscadroxu, con i pozzi occidentali (Muscadroxu, Acqua Frida) collocati negli impluvi tributari del Flumini Mannu ed i pozzi orientali (Centrale, GTM, Perucci) localizzati nel bacino del Flumendosa.

Ne consegue che i corsi d'acqua sono in genere di piccole dimensioni, a carattere prettamente torrentizio e con secche prolungate nella stagione estiva, anche perché la scarsa permeabilità dei litotipi affioranti limita fortemente le portate sorgentizie, legando i deflussi alle precipitazioni atmosferiche, con tempi di

corrivazione assai ridotti che determinano diversi problemi di natura idrogeologica in occasione di piogge intense.

Le linee di cresta dell'altipiano mostrano direzioni prevalenti ENE-WSW, controllate chiaramente dalla tettonica: le direzioni degli assi fluviali si allineano di conseguenza, con le aste principali della zona recapitanti le acque in direzione ENE (Riu Carongiu, Riu Fundalis, Riu Bintinoi, ecc.) ed i piccoli bacini tributari organizzati in direzione SSE-NNW.

Le valli fluviali, come anticipato, risultano profondamente incise, di difficile accessibilità, e consentono alle acque superficiali di coprire un dislivello di circa 700 m (dal citato spartiacque alla valle del Flumendosa) in meno di 10 km.

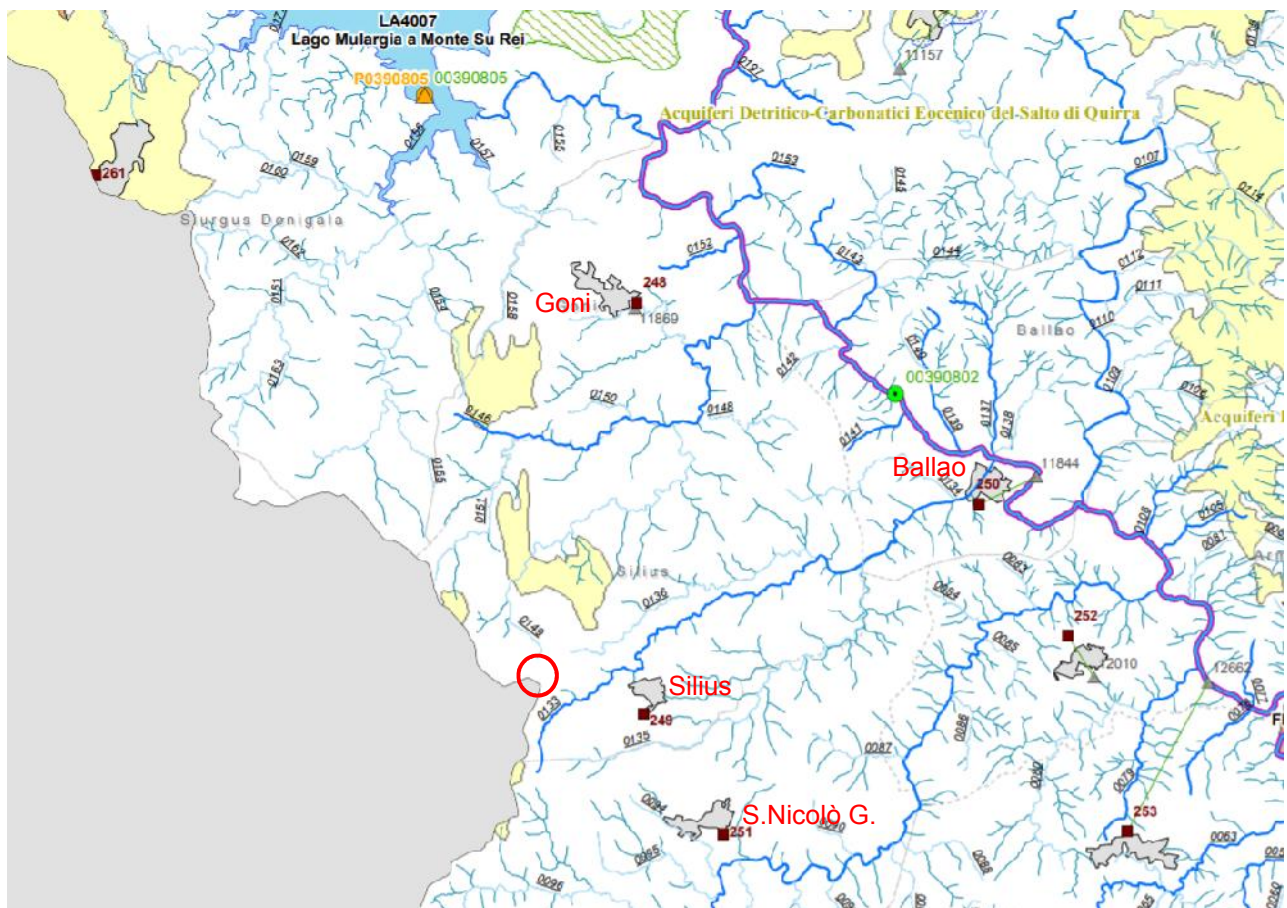


Figura 12 – Reticolo idrico superficiale del Gerrei (il cerchio rosso indica la zona della miniera di Silius)

#### 2.2.4 Geologia

In attesa degli esiti del programma di ricerca mineraria avviato dal proponente, e del conseguente aggiornamento del modello geologico e strutturale del giacimento di Silius, le informazioni circa le



caratteristiche geologiche generali dell'area di intervento derivano dalla documentazione storica, ed in particolare dalla documentazione allegata al Bando 2012 e riferita ai piani di coltivazione e sviluppo della miniera antecedenti il fermo degli impianti, nonché ai relativi studi d'impatto ambientale.

Nel Sarrabus e nel Gerrei affiora la parte centro-orientale del basamento sardo, caratterizzato da formazioni geologiche coinvolte nell'impilamento di unità tettoniche messe in posto durante le fasi compressive dell'orogenesi ercinica (Falde Esterne). In questa zona le deformazioni duttili sono accompagnate da metamorfismo regionale in facies di scisti verdi. Le unità tettoniche del Sarrabus e del Gerrei sono costituite da successioni più o meno complete le cui età sono comprese tra il Cambriano e il Carbonifero. Il livello di scollamento delle falde è alla base delle metarenarie cambro-ordoviciane (Arenarie di S.Vito).

La successione paleozoica del Sarrabus (Unità tettonica del Sarrabus o di Genn'Argiolas) sovrasta tettonicamente le successioni del Gerrei (Unità tettoniche del Gerrei o di Monte Lora) tramite l'importante Accavallamento di Villasalto. Le Unità del Gerrei a loro volta sono accavallate sopra le Unità tettoniche di Castello di Quirra e di Rio Gruppa, più profonde e maggiormente metamorfiche (CARMIGNANI et al. 1982; 1986;1987).

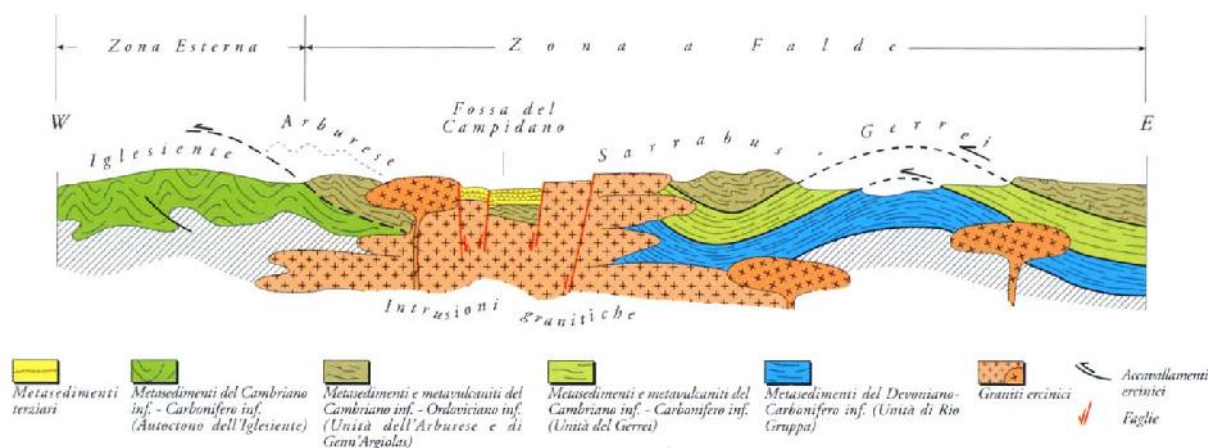


Fig. 13 – Sezione geologica schematica E-W passante per l'Iglesiente, l'Arburese, il Campidano e il Sarrabus-Gerrei (da CARMIGNANI et al., 1987; BARCA et DI GREGORIO, 1999).

La miniera di Silius si trova all'interno di tale Zona a Falde del segmento sardo della catena ercinica: il giacimento, in particolare, è interessato dal lembo più occidentale dell'accavallamento di Villasalto che, con alcune sue manifestazioni, ne costituisce il limite sud-occidentale.

Dal punto di vista geologico, le formazioni affioranti nell'area di Silius appartengono principalmente alle successioni paleozoiche delle unità di Genn'Argiolas (arenarie di San Vito, formazione silicatico-micacea debolmente metamorfosata) e di Monte Lora (porfiroidi, metarenarie, argilloscisti e calcari grigio-nerastri), oltre che a numerosi filoni porfirici e lamprofirici tardo-ercinici e ad alcuni lembi della copertura sedimentaria eocenica.

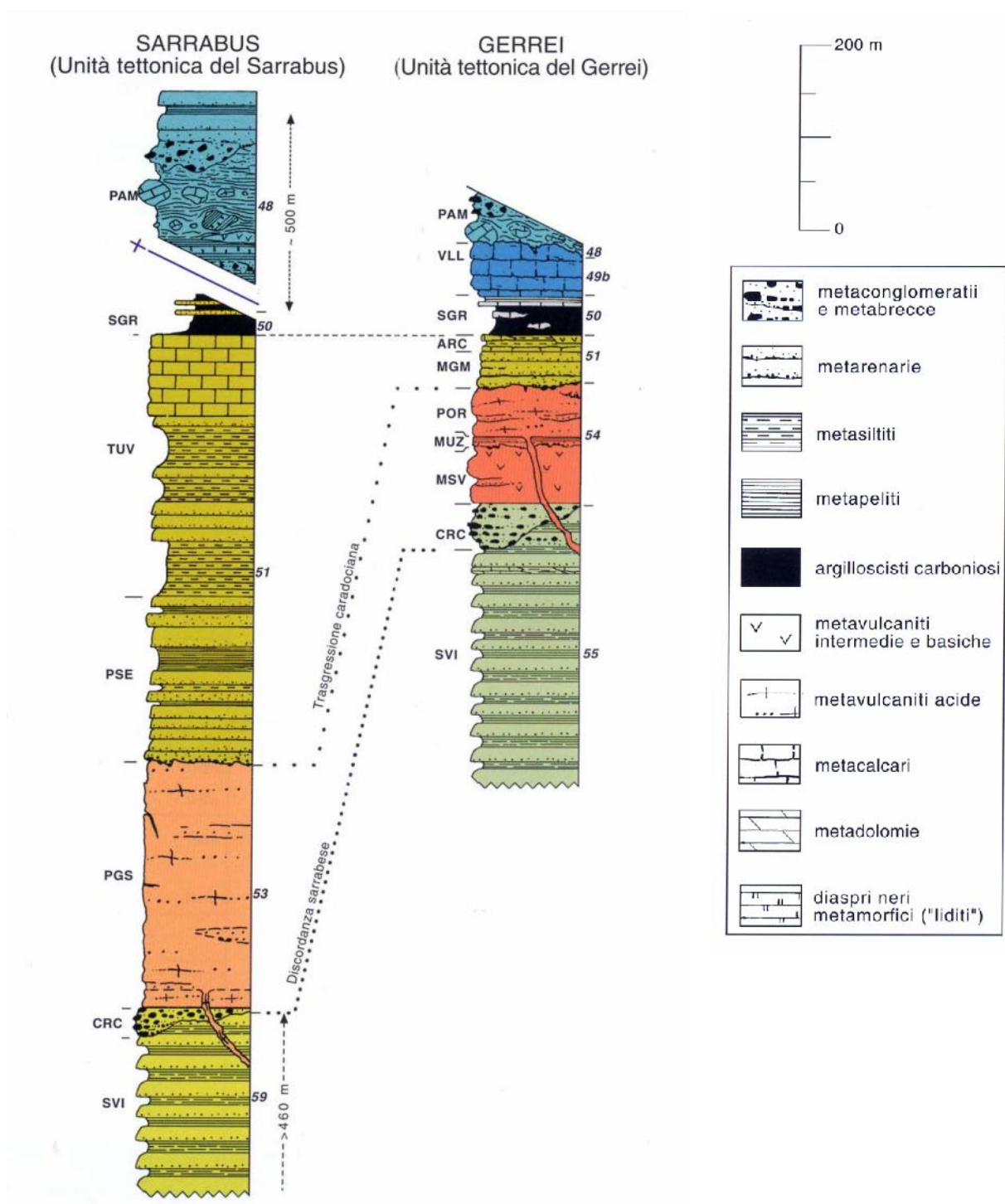


Fig. 14 – Colonne stratigrafiche delle successioni paleozoiche delle Unità tettoniche del Sarrabus e del Gerrei (da CARMIGNANI et al, 2001, modificato).

**ARC:** argilloscisti di Rio Cannoni; **CRC:** conglomerato di Rio Ceraxa; **MGM:** metarcose di Genna Mesa; **MUZ:** metarenarie e quarziti di Su Muzzioni; **PAM:** Formazione di Pala Manna; **PGS:** Porfidi grigi del Sarrabus; **POR:** Porfiroidi; **PSE:** Formazione di Punta Serpeddi; **SGR:** Scisti a Graptoliti; **SVI:** Arenarie di San Vito; **TUV:** Formazione di Tuviois; **VLL:** Calcari di Villasalto.



Gli affioramenti post-paleozoici sono rappresentati da alcuni lembi residui della copertura sedimentaria dell'Eocene inferiore, variamente dislocati dalla tettonica alpina, che rivestono grande importanza in quanto permettono di valutare l'entità dei rigetti delle faglie post-eoceniche, le stesse che hanno interessato il giacimento.

Il giacimento filoniano di Silius è incassato nelle formazioni paleozoiche del Gerrei.

Il giacimento, costituito da due filoni principali, è posto all'affioramento esclusivamente entro le formazioni dell'Unità di Monte Lora e trova il suo incassamento normale nei Porfiroidi Auct., mentre si restringe sino a chiudersi quando interessa le rocce scistose di copertura.

Questo comportamento giustifica i limitati affioramenti della mineralizzazione, considerato che, lungo l'asse del giacimento, è esigua la presenza a giorno dei Porfiroidi mentre prevale, invece, una copertura metamorfica d'origine sedimentaria. Queste rocce sono costituite da metamorfiti appartenenti all'Ordoviciano superiore e al Siluriano.

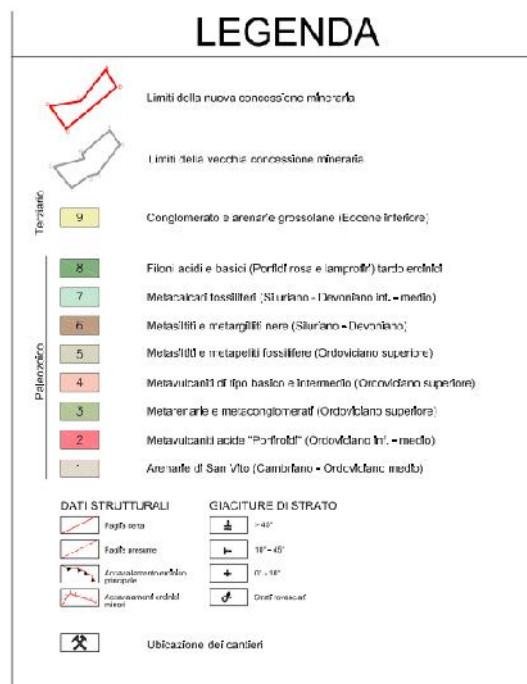
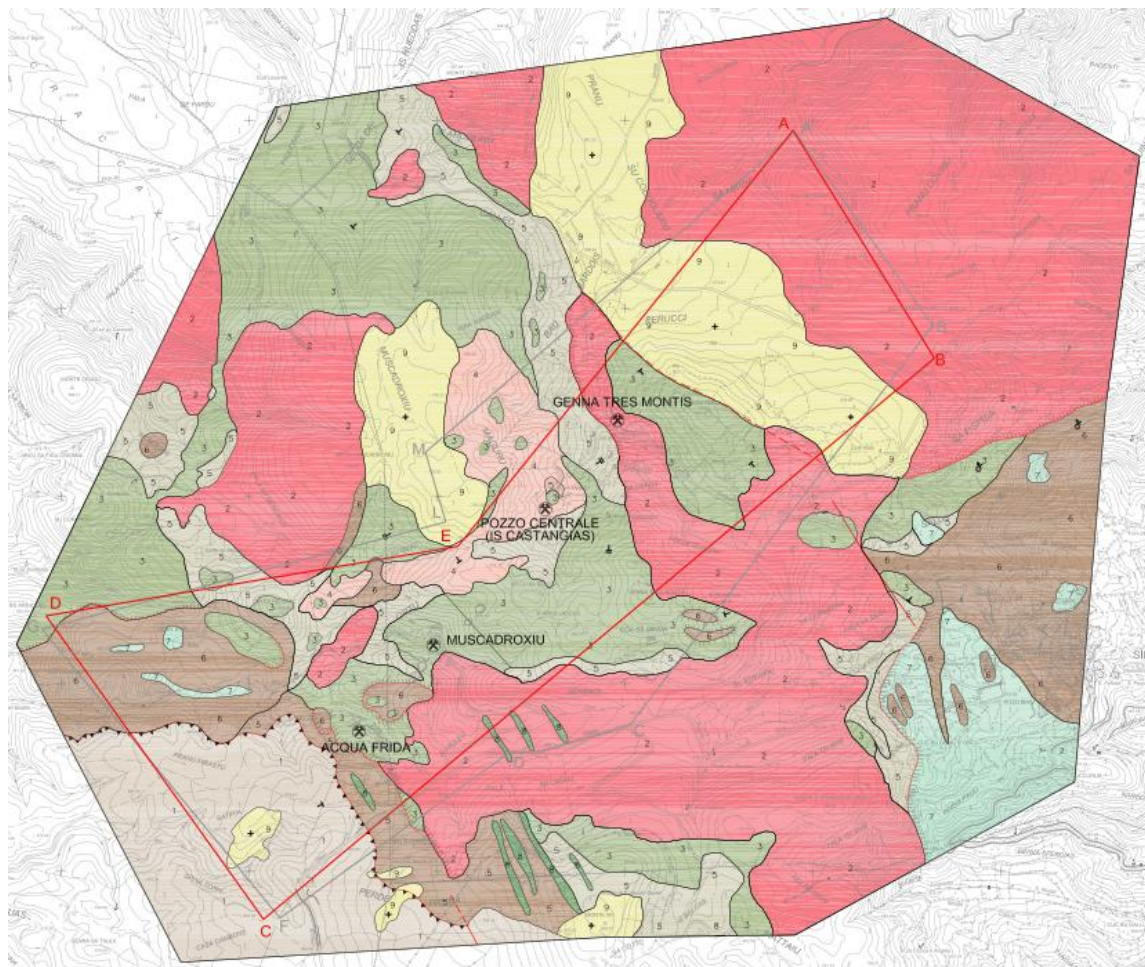
La potenza di questa copertura è maggiore nella zona compresa tra pozzo GTM e pozzo Centrale dove alcune faglie normali contrapposte, hanno generato un piccolo graben ribassando gli scisti e le metarenarie che raggiungono in questo punto uno spessore di 250 m (a causa di ciò il giacimento, nelle sue parti alte e sino al livello 450, era nettamente diviso e ciò spiega la ragione per cui inizialmente si vennero ad avere due distinte miniere).

Tra pozzo Centrale e Muscadroxiu (zona di Br.cu sa Siliqua) i metasedimenti, prevalentemente metarenarie, superano di poco i 100 m e circa lo stesso spessore raggiungono nella zona di NE presso il fornello di riflusso (zona Br.cu Omos).

I Porfiroidi rappresentano la roccia incassante il giacimento di Silius. Sono presenti in affioramento nei rilievi di Genna Tres Montis e Is Bruncus a SE del giacimento, presso Bruncu Muscadroxiu a NO, oltre l'estremità NE in località Pranu Ciuerciu e ancora oltre l'estremità SO nella finestra tettonica di Cuccuru de is Procaxius (3 km a SO di Pozzo S'Acqua Frida).

L'origine di queste rocce è di un magmatismo caledonico acido, in gran parte effusivo, e di vulcanoclastiti, identiche dal punto di vista mineralogico, che hanno subito un basso metamorfismo regionale durante l'orogenesi ercinica (facies degli scisti verdi superiori).

Questo litotipo, normalmente con una scistosità molto blanda, di colore variabile dal verdolino al grigio scuro, presenta una notevole compattezza e rigidità, carattere che ha determinato la tenuta in potenza del filone soprattutto in profondità; affiora principalmente nella zona a SO di Muscadroxiu a quota 650 s.l.m., mentre si rinviene sempre più a SO spostandosi verso il basso, tanto da arrivare al livello 200 oltre il pozzo di S'Acqua Frida.



*Fig. 15 – Mappa geologica del territorio interessato dalla concessione mineraria*

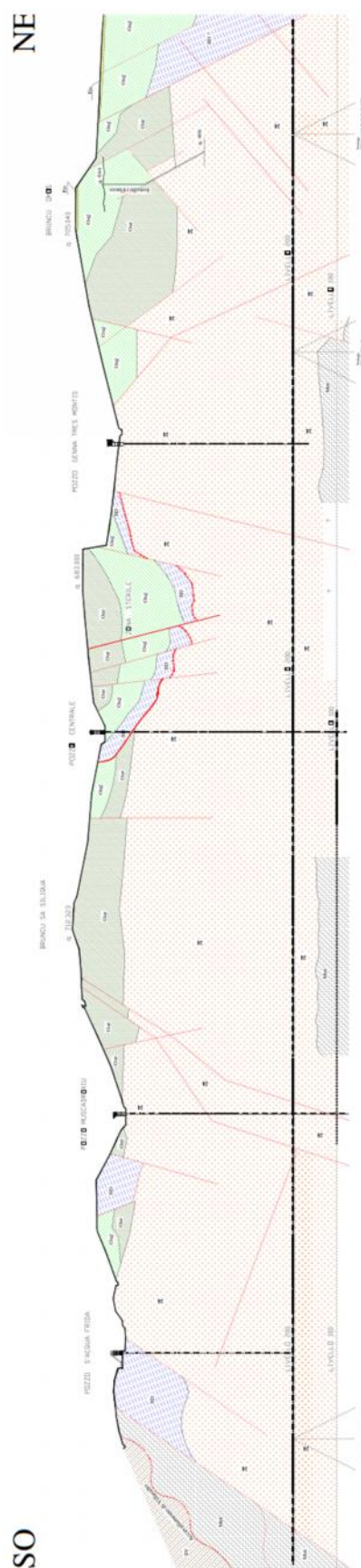


Fig. 16 – Sezione geologica schematica della miniera (da Marino, 1997)

Con i lavori d'approfondimento della miniera, si è appurata la potenza considerevole delle metavulcaniti, (oltre 600 m, anche se si tratta di una "potenza apparente"): non si rilevano ancora segnali che possano indicare un limite verso il basso dei Porfiroidi, ed allo stesso modo la tenuta in potenza del filone in coltivazione, sino al livello 200, non dà luogo a segnali che possano far pensare ad una chiusura totale.

Pur avendo gli stessi caratteri litologici i Porfiroidi di Pranu Ciuerciu e Bruncu Muscadroxiu hanno potenze ben diverse, dell'ordine di 150-200 m, e poggiano tettonicamente sia su scisti e calcari Siluro-Devonici che su scisti e metarenarie dell'Ordoviciano superiore.

Diversa ancora sembra la situazione dell'affioramento di Cuccuru de is Procaxius dove i Porfiroidi ricompaiono in finestra tettonica, assieme alle altre formazioni dell'Unità di Monte Lora, sotto la formazione delle Arenarie di S.Vito.

In questa località i Porfiroidi potrebbero anche essere "radicati" e in qualche modo essere la continuità meridionale del Porfiroide che contiene la mineralizzazione.

In quest'area sono tra l'altro segnalate tracce di minerali quali Galena, Antimonite e Oro in tracce (Billows, 1941), che in passato sono state oggetto di ricerca (come è visibile dalla presenza di vecchie gallerie entro gli scisti cataclastici che limitano la finestra dalla Formazione delle Arenarie di S. Vito).

L'età che è data a questo vulcanismo è Ordoviciano inf.-medio (Barca et al., 1985). L'elevata potenza dei Porfiroidi riscontrata coi lavori minerari, senza aver individuato la base, la somiglianza con "i porfiroidi a grossi fenocristalli" della Sardegna centrale che giacerebbero sotto la Formazione di Solanas del Cambriano-Ordoviciano inf. (Tongiorgi et al. 1975), potrebbe far pensare ad una datazione che si estenderebbe al Cambriano.

Gli affioramenti più diffusi nell'area del giacimento sono tuttavia litologie riconducibili alle formazioni tipiche del Siluriano-Devoniano e dell'Ordoviciano superiore.

L'Ordoviciano superiore è rappresentato alla base da metarenarie feldspatiche e metarcose a granuli di quarzo e piccoli conglomerati, di colore verdastro o grigio chiaro, derivate dallo smantellamento dei sottostanti Porfiroidi, dei quali hanno conservato una notevole somiglianza chimica e petrografica.

A volte sono visibili strutture sedimentarie come laminazioni parallele ed incrociate (NE di Br.cu Omus).

Sono ben rappresentate a Bruncu Sa Siliqua, a Genna Tres Montis, a Sdi Bruncu Muscadroxiu e a Bruncu Omus. La loro potenza può arrivare a circa 80-100 m.

Le metarenarie passano superiormente a scisti filladici di colore variabile dal grigio al verde, a volte con un certo contenuto carbonatico.



Ad E ed a S di Bruncu Muscadroxiu affiora un complesso sedimentario costituito da metarenarie e metasiltiti di colore violaceo con intercalazioni carbonatiche, spesso riccamente fossilifere con una ricca fauna a Briozoi e Brachiopodi tipiche dell'Ordoviciano sup.

Intercalati sono stati rinvenuti strati di metaconglomerati con una forte componente vulcanoclastica e vere e proprie vulcaniti di tipo basico (Barca et al., 1985).

Sempre intercalati nei sedimenti dell'Ordoviciano sup. si rinvencono originari calcari di colore grigio chiaro, per lo più silicizzati (Bruncu Omus, E e O di Bruncu Muscadroxiu, N di Sa Cea Manna).

Il Siluriano-Devoniano è caratterizzato in quest'area da scisti neri carboniosi a cui s'intercalano a volte livelli carbonatici grigio-scuri con tracce di fossili (Orthoceras e Crinoidi) e liditi nere.

Sono maggiormente presenti ad ovest e sud di S'Acqua Frida. Intorno all'abitato di Silius (est del giacimento) e ad ovest di Br.cu Pei Cani prevalgono i calcari nodulari con abbondanti faune a orthoceratidi, crinoidi, tentaculiti e stilioline, disposti in grossi banchi anche di diverse decine di metri che sono da riferire più propriamente alla sedimentazione carbonatica del Devoniano inferiore (Alberti, 1963; Barca et al., 1985).

Se si considera una sezione lungo l'asse del giacimento, si vede verso l'alto una copertura di rocce d'origine sedimentaria, prevalentemente metarenarie e argiloscisti dell'Ordoviciano superiore e Siluriano, che mediamente si trova dalla quota 550 in su.

Fa eccezione la zona compresa tra Pozzo Centrale e Pozzo GTM dove alcune faglie contrapposte (zona di distensione tettonica) hanno ribassato la copertura sino al livello 450.

Al di sotto di tali livelli predomina il Porfiroide massivo che come già detto si ritrova sino ai punti più bassi della miniera (livello 80).

Nei lavori minerari gli scisti neri siluriani sono stati rinvenuti, con aspetto fortemente tettonizzato, all'estremità NE della miniera dove interrompono la continuità del filone.

La loro presenza è legata a faglie normali con forte rigetto verticale che hanno ribassato tutta la serie litologica mettendoli a contatto dal livello 500 al livello 200 (ed anche più in basso), con i Porfiroidi che incassano il filone.

Di conseguenza oltre la faglia verso NE i Porfiroidi e con essi il filone è stato rigettato verso il basso sotto il livello 200, essendo questo il più basso livello in quest'area della miniera.

L'area del giacimento di Silius, dal punto di vista strutturale, è stata interessata con effetti notevoli dall'azione dei cicli orogenetici ercinico e alpino.

L'assetto generale della zona, come detto, si deve far risalire all'orogenesi ercinica, con la formazione di più sistemi di pieghe sovrapposti, la formazione di faglie e l'intrusione dei filoni porfirici. Anche la formazione del

giacimento si deve fare risalire a diverse fasi di questo ciclo orogenetico, con l'apertura della struttura ospitante e diversi cicli di riattivazione che hanno favorito la deposizione di ingenti masse mineralizzate. Indizi dei successivi cicli di riattivazione della struttura ospitante sono la tessitura del filone, in molte parti a bande listate, indizio di una deposizione ritmica delle mineralizzazioni, e l'eccezionale persistenza in profondità delle stesse mineralizzazioni, che mostrano il tipico fenomeno di zoning telescoping dei giacimenti idrotermali con le diverse zone allungate e in gran parte sovrapposte, segno di un processo di mineralizzazione perdurato con diversi episodi sia nella fase prograd, sia in quella retrograd della migrazione delle isogeoterme.

Gli effetti dell'orogenesi alpina, quasi nulli per quanto riguarda la deposizione delle mineralizzazioni, sono invece importanti dal punto di vista minerario, poiché alle faglie generatesi in tale periodo si deve l'assetto attuale del giacimento. Le faglie alpine, infatti, hanno attraversato il filone e lo hanno dislocato sia orizzontalmente, sia verticalmente, anche per centinaia di metri, determinando spostamenti verso il basso e verso l'alto di interi blocchi di giacimento, col risultato che oggi mineralizzazioni tipiche di vene profonde, come il filone a galena, fluorite, blenda e calcite osservabile ad Acqua Frida, si ritrovano alla stessa quota di associazioni mineralogiche tipiche delle parti alte, come quella a fluorite, barite, calcite e calcedonio di Genna Tres Montis, entrambe al livello 200 della miniera.

#### 2.2.5 Idrogeologia

Anche con riferimento al quadro idrogeologico dell'area in esame, in attesa degli esiti del programma di ricerca mineraria avviato dal proponente, e del conseguente aggiornamento del modello geologico e strutturale del giacimento di Silius, le informazioni di seguito riportate derivano dalla documentazione storica, ed in particolare dalla documentazione allegata al Bando 2012 e riferita ai piani di coltivazione e sviluppo della miniera antecedenti il fermo degli impianti, nonché ai relativi studi d'impatto ambientale.

La circolazione idrica sotterranea nell'area della miniera di Silius è legata alla particolare situazione geologica, caratterizzata da formazioni paleozoiche con caratteristiche litologiche molto diverse tra loro e da una tettonica, derivata da più fasi orogenetiche, alquanto complessa.

In relazione alla scarsa permeabilità primaria delle formazioni rocciose metamorfiche paleozoiche, che costituiscono l'ossatura geologica del territorio, la circolazione idrica sotterranea del settore in esame è unicamente riferibile agli acquiferi fratturati che interessano l'ammasso roccioso.

Il complesso filoniano mineralizzato, sottoposto a coltivazione mineraria, rappresenta, assieme ai sistemi di fratturazione minori che interessano la roccia incassante, un'importante struttura di focalizzazione della

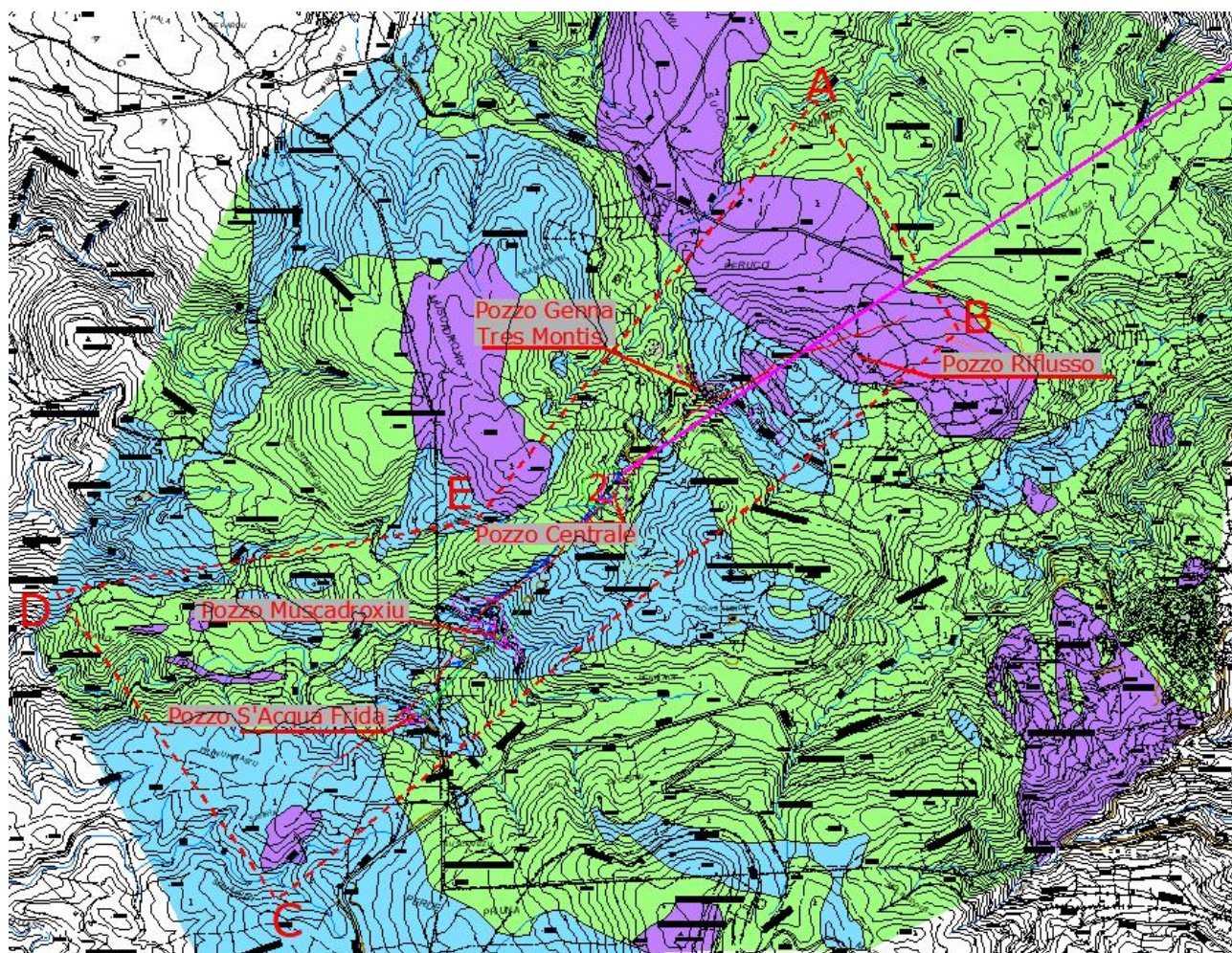
circolazione idrica sotterranea, a causa principalmente del suo stato di fratturazione, nonché delle sue caratteristiche giaciturali e di rimarcabile continuità spaziale.

Peraltro i lavori minerari hanno ulteriormente accentuato tali caratteri, definendo condizioni di interconnessione strutturale tra falde e acquiferi, superficiali e sotterranei, originariamente maggiormente o affatto isolati gli uni dagli altri, nonché creando una rete di cavità sotterranee capaci di ospitare flussi idrici liberi. In tali termini gli importanti lavori minerari sviluppati a partire dall'inizio dell'attività estrattiva industriale nell'area hanno definito nuove condizioni di equilibrio idraulico, sostanzialmente differenti rispetto a quelle originarie.

Nell'estratto cartografico che segue, le formazioni geologiche presenti in affioramento sono classificate in funzione del grado di permeabilità:

- Alta permeabilità (Permeabilità per fatturazione e carsismo  $k > 10$  cm/s):
  - ✓ Conglomerati e arenarie grossolane attribuite all'Eocene inferiore.
  - ✓ Metacalcari attribuiti al Siluriano – Devoniano inferiore – medio.
- Media permeabilità (permeabilità per fatturazione  $k < 10^{-4}$  cm/s)
  - ✓ Metasiltiti e metapeliti fossilifere attribuite all'Ordoviciano superiore.
  - ✓ Metaconglomerati e metarenarie attribuite all'Ordoviciano superiore.
  - ✓ Arenarie di San Vito (Cambriano – Ordoviciano medio)
- Bassa permeabilità (permeabilità per fatturazione  $10^{-4} < k < 10^{-5}$ )
  - ✓ Filoni acidi e basici (porfidi rosa e lamprofiri) attribuiti al tardo ercinico.
  - ✓ Metasiltiti e metargilliti nere attribuiti al Siluriano – Devoniano
  - ✓ Metavulcaniti tipo basico intermedio
  - ✓ Porfiroidi attribuiti all'Ordoviciano inferiore – medio





**Formazioni ad alta permeabilità**

- Conglomerati e arenarie grossolane (Eocene inferiore)
- Metacalcari (Siluriano-devoniano inf. medio?)
- Permeabilità per fratturazione e per carsismo ( $k > 10 \text{ cm/s}$ )

**Formazioni a media permeabilità**

- Metasiltiti e Metapeliti fossilifere (Ordoviciano superiore)
- Metaconglomerati e Metarenarie (Ordoviciano sup.)
- Arenarie di San Vito (Cambriano - Ordoviciano medio)
- Permeabilità per fratturazione ( $k < 10^{-4} \text{ cm/s}$ )

**Formazioni a bassa permeabilità**

- Filoni acidi e basici (Porfidi rosa e lamprofini) tardo ercinici
- Metasiltiti e Metargilliti nere (Siluriano - Devoniano)
- Metavulcaniti di tipo basico e intermedio
- Porfiroidi (Ordoviciano inf. medio?)
- Permeabilità per fratturazione ( $10^{-4} \text{ cm/s} < k < 10^{-6} \text{ cm/s}$ )

*Fig. 17 – Mappa idrogeologica dell'area interessata dalla concessione mineraria*



### 2.3 IL SITO DI TRATTAMENTO DEL MINERALE DI SILIUS

Come anticipato, nella fase 1, il sito di lavorazione del minerale estratto, per effetto della realizzazione del nuovo impianto di trattamento collocato a bocca miniera presso il Pozzo Centrale, coinciderà con il sito estrattivo, ed in particolare con il cantiere di Pozzo Centrale.

Di conseguenza, per ciò che concerne le caratteristiche climatiche, morfologiche, idrografiche, geologiche e idrogeologiche, si può fare riferimento alle informazioni precedentemente esposte circa il sito minerario nel suo insieme.



*Fig. 18 – Vista del piazzale di pozzo Centrale, sede dei nuovi impianti di trattamento in progetto*

### 2.4 I SITI SEDE DI INDAGINE PER LA RICERCA MINERARIA

Il programma di ricerca mineraria che il soggetto proponente intende attuare è oggetto di specifica istruttoria ambientale, attualmente in corso. Di conseguenza nel presente studio le attività di ricerca mineraria saranno più oltre descritte per esclusive finalità tecniche e per illustrare con completezza di informazioni il piano di sviluppo della miniera.

Dal punto di vista della localizzazione generale degli interventi, si ricorda che gli stessi sono previsti sia in sotterraneo (rilevamenti e sondaggi di ricerca dalle gallerie di livello della miniera) che in superficie

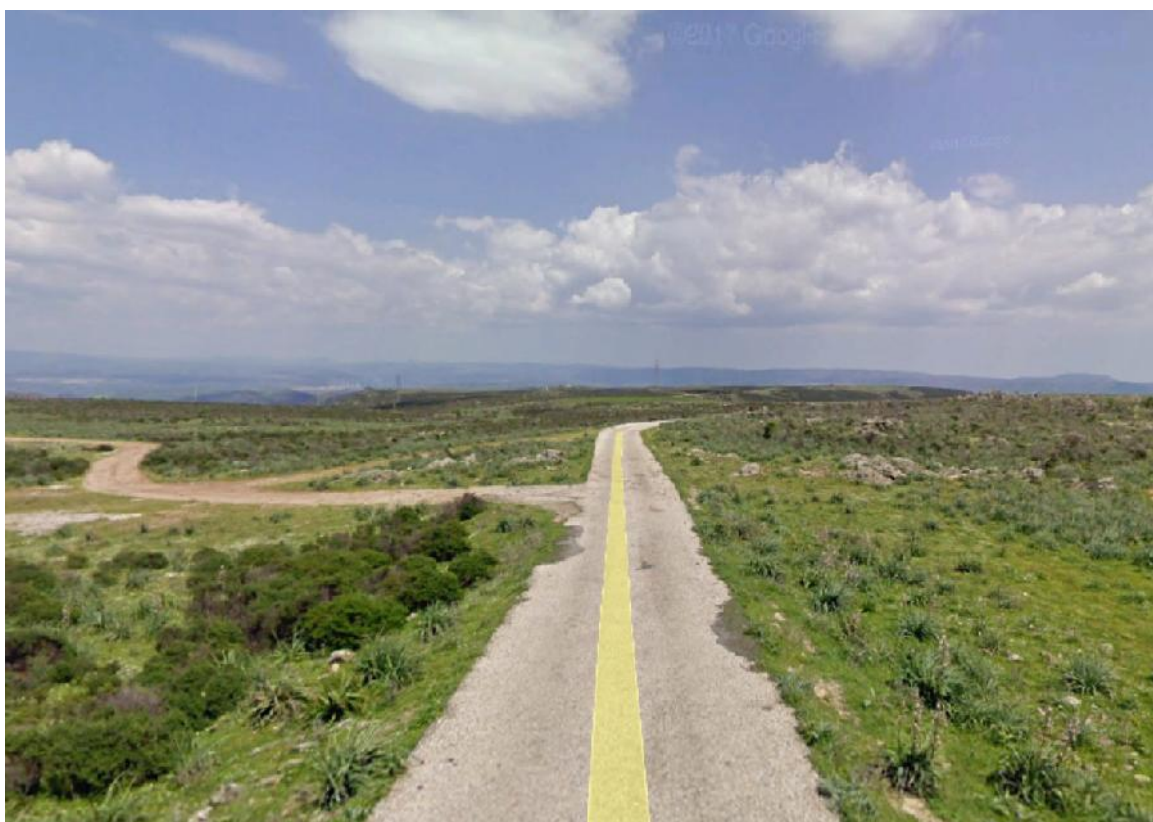
(rilevamenti e sondaggi profondi), e che la zona interessata è quella della concessione mineraria e del settore che dal limite Est di quest'ultima si spinge fino alla valle del Flumendosa.

Ne consegue che, dal punto di vista delle caratteristiche climatiche, morfologiche, idrografiche, geologiche e idrogeologiche, si può fare riferimento alle informazioni precedentemente esposte circa il sito minerario nel suo insieme, non rilevandosi modifiche sostanziali nel suo intorno.

#### 2.4.1 Accessi e viabilità

Per l'attuazione del programma di ricerca mineraria in sotterraneo, e quindi per l'accesso al sottosuolo da parte dei tecnici e delle attrezzature funzionali ai lavori di ricerca, verranno utilizzati i pozzi esistenti delle miniere, ai quali si accede secondo le modalità descritte in precedenza per il sito minerario.

Per le ricerche di superficie saranno invece utilizzati esclusivamente accessi e piste esistenti ai siti di indagine, senza necessità di realizzazione ex novo di alcuna infrastruttura e/o intervento sulle morfologie presenti.



*Fig. 19 – Vista dell'area di Pranu Sa Frontera, con le vie di accesso ai siti di sondaggio*

In particolare l'accesso ai diversi siti di sondaggio profondo e di indagine geofisica avverrà dalla strada bianca comunale della Frontera che, distaccandosi dalla SP26 Silius – Goni in loc. Pranu Sa Frontera, si sviluppa in

direzione NE, lungo il crinale Bruncu Cardia – Cuccuru Cardieddu, prima che la stessa svolti verso Nord e scenda con una serie di ripidi tornanti alla valle del Flumendosa.

I siti di indagine saranno tutti direttamente ed agevolmente accessibili da tale pista, grosso modo allineata con l'asse della futura galleria di base: si utilizzeranno infatti i sondaggi profondi per la ricerca mineraria anche come sondaggi esplorativi per lo studio delle caratteristiche litologiche, meccaniche e strutturali dell'ammasso roccioso interessato dai futuri scavi, come meglio descritto più oltre nel capitolo dedicato.



*Fig. 20 – Foto aerea riportante la localizzazione indicativa dei siti di sondaggio profondo per l'attuazione del programma di ricerca mineraria*

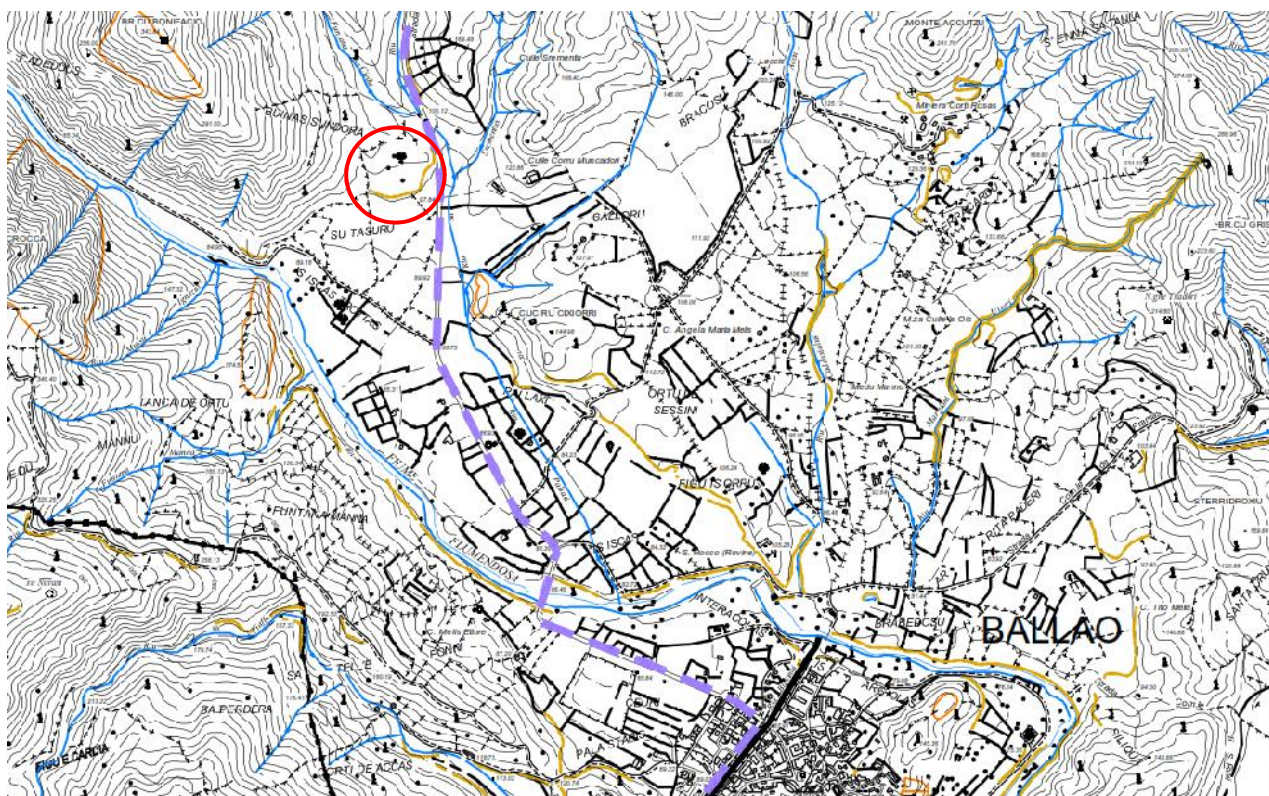


## 2.5 I SITI OPERATIVI DELLA SECONDA FASE DI SVILUPPO DELLA COLTIVAZIONE

Come anticipato, **i siti interessati dall'operatività della miniera nella fase 2 non saranno oggetto del presente SIA**, in quanto la loro effettiva realizzazione dipenderà dal buon esito della ricerca mineraria avviata. Tuttavia, a solo scopo informativo e per coerenza con il programma generale di intervento depositato in sede di Bando, se ne descrivono di seguito la collocazione e le caratteristiche principali, essendo le aree individuate il frutto di un'analisi tecnica e vincolistica preliminare ed il risultato di una concertazione con le Amministrazioni locali coinvolte

### 2.5.1 Il sito di trattamento di Ballao

Il sito si colloca a N dell'abitato di Ballao, in località Su Tasuru, lungo la strada per Escalaplano.



*Fig. 21 – Localizzazione dell'area interessata dai futuri impianti di fase 2*

L'area di interesse, già contemplata nel progetto allegato all'istanza di concessione mineraria del Marzo 2017, è stata nel frattempo oggetto di ulteriori approfondimenti con l'Amministrazione comunale di Ballao, il cui nuovo strumento urbanistico è in fase di approvazione.

Tale strumento alloca, nella zona indicata, un'area produttiva destinata all'insediamento, fra gli altri, dei nuovi impianti di trattamento del minerale estratto, da collocarsi presso l'imbocco della futura galleria di base, il cui tracciato, per evitare qualsiasi interferenza con aree naturalizzate, è previsto in prolungamento di circa 200 m rispetto all'ipotesi contemplata nel progetto di concessione.

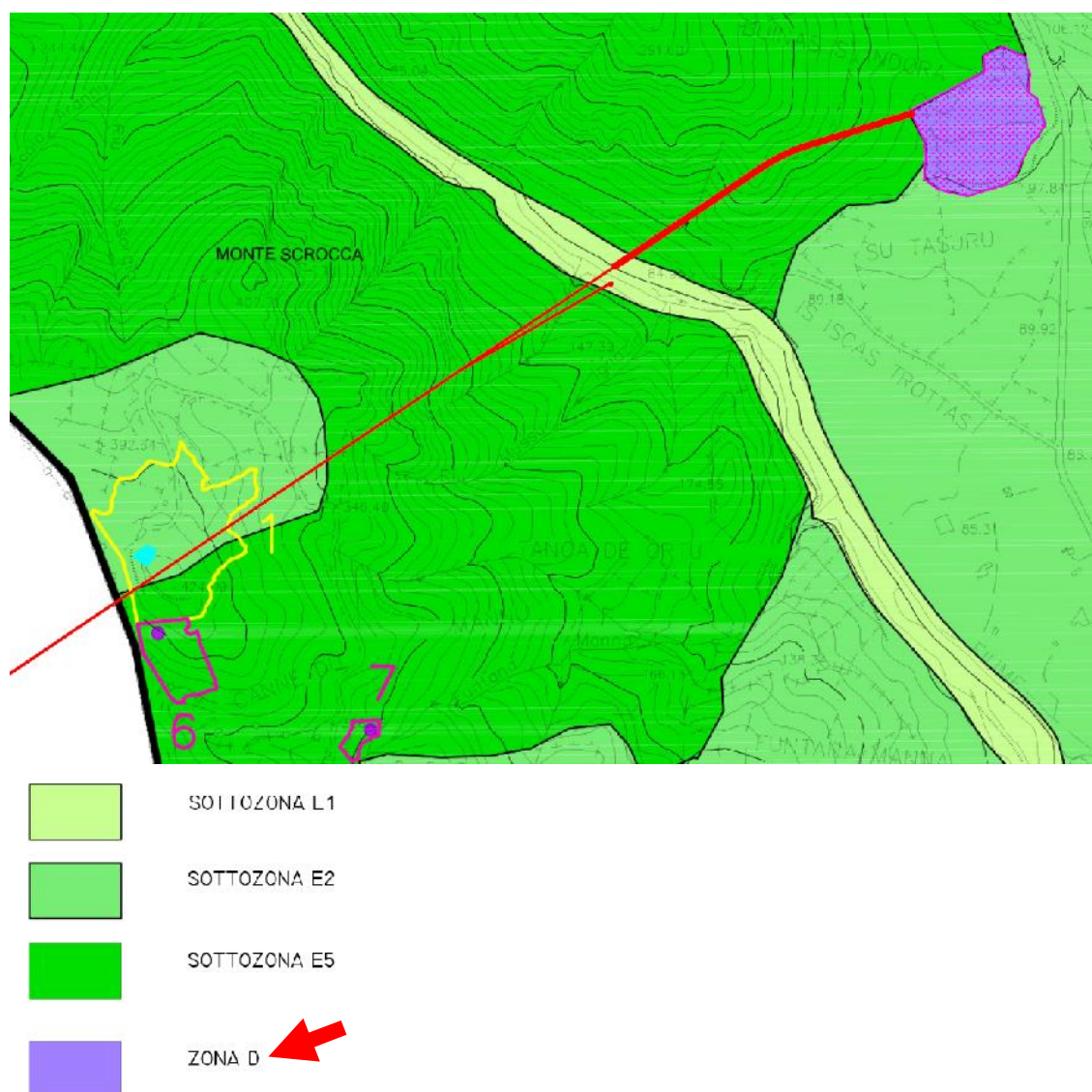


Fig. 22 – Zona D definita dal PUC di Ballao, sede dei futuri impianti di fase 2

L'area in questione si colloca, come detto, a fianco della SP 21: si tratta di un'area a debole pendenza, leggermente degradante verso S, prevalentemente occupata da macchia arbustiva, e soprattutto esterna a qualsiasi vincolo ambientale e/o idraulico (elemento determinante nella definizione del perimetro d'intervento).



L'analisi dettagliata del quadro ambientale, programmatico e progettuale della zona sarà oggetto, comunque, dell'addendum al SIA che verrà predisposto a valle dell'eventuale attivazione della fase 2 del progetto.



*Fig. 23 – Vista dell'area a destinazione produttiva in Comune di Ballao (sede dei futuri impianti di fase 2)*

#### 2.5.2 Il sito di abbancamento dello smarino della nuova galleria di base

La realizzazione della nuova galleria di base, a valle del buon esito del programma di ricerca mineraria, è prevista con due cantieri operativi contemporanei, uno dall'imbocco di superficie di valle ed uno dall'imbocco in sotterraneo di monte. Lo scavo (circa 8400 m di sviluppo su di una sezione variabile da 30 a 35 mq a seconda delle condizioni dell'ammasso), comporterà la necessità di stoccaggio di circa 350.000 mc di smarino, non riallocabile in sotterraneo (se non parzialmente, ed esclusivamente dal lato di monte). Una volta escluse, quali aree di destinazione, le piane della valle del Flumendosa (interessate da vincoli idraulici ed ambientali non superabili) e le aree sommitali degli altipiani circostanti (per ragioni principalmente paesaggistiche), l'attenzione si è concentrata sulla cava dismessa localizzata immediatamente a Sud di Pozzo Centrale (ex



Mineralcava), i cui fronti di sbancamento consentono oggi, con un intervento di riempimento, gradonatura, ripristino dei profili topografici originari e recupero ambientale, la messa a dimora di circa 300.000 mc di materiale.



*Fig. 24 – Vista della cava di prestito dismessa denominata Mineralcava, individuata quale destinazione finale per la collocazione dello smarino della nuova galleria di base di fase 2*

Tale capienza risulta compatibile con i volumi a disposizione, al netto delle parziali riallocazioni in sotterraneo (ripiena vuoti di coltivazione) e degli eventuali riusi del materiale per interventi di rimodellamento morfologico e/o altre destinazioni compatibili con le caratteristiche della roccia estratta (anche per scopi diversi e necessità delle Amministrazioni territoriali).

Anche questo intervento, comunque, sarà oggetto, dell'addendum al SIA che verrà predisposto a valle dell'eventuale attivazione della fase 2 del progetto.

### 3 QUADRO PROGRAMMATICO

#### 3.1 PIANIFICAZIONE COMUNITARIA E NAZIONALE

##### 3.1.1 NORMATIVA MINERARIA

I riferimenti normativi essenziali sono:

- **R.D. 29 luglio 1927, n. 1443** - Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno
- **D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128** - Norme di polizia delle miniere e delle cave
- **L. 6 ottobre 1982, n. 752** - Norme per l'attuazione della politica mineraria
- **L. 30 luglio 1990, n. 221** - Nuove norme per l'attuazione della politica mineraria
- **D.P.R. 18 aprile 1994, n. 382** - Disciplina dei procedimenti di conferimento dei permessi di ricerca e di concessioni di coltivazione di giacimenti minerari di interesse nazionale e di interesse locale
- **D.L. 25 novembre 1996, n. 624** - 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 norme di cui sopra regolano le modalità amministrative, tecnico-operative e gestionali di conduzione di un'attività mineraria sul territorio nazionale.

##### 3.1.2 RETE NATURA 2000

###### 3.1.2.1 *Riferimenti normativi comunitari essenziali*

###### **Direttive**

- **DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992** relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (GU L 206 del 22.7.1992, pag. 7) s.m.i.
- **DIRETTIVA 2009/147/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 novembre 2009** concernente la conservazione degli uccelli selvatici (GU L 20/7 del 26.1.2010).

###### **Decisioni**

- **DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2018/42 DELLA COMMISSIONE del 12 dicembre 2017** che adotta l'undicesimo aggiornamento dell'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina [notificata con il numero C(2017) 8259] Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 15/351 del 19.1.2018.

- **DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2018/43 DELLA COMMISSIONE del 12 dicembre 2017** che adotta l'undicesimo aggiornamento dell'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica continentale [notificata con il numero C(2017) 8260] Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 15/397 del 19.1.2018.
- **DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2018/37 DELLA COMMISSIONE del 12 dicembre 2017** che adotta l'undicesimo aggiornamento dell'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea [notificata con il numero C(2017) 8239] Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 15/1 del 19.1.2018.

#### **Documenti di riferimento**

- **Interpretation Manual of European Union Habitats – EUR 28** (Aprile 2013).

#### **3.1.2.2 Riferimenti normativi nazionali essenziali**

- **D.P.R. 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”*.
- **D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120** – *“Regolamento recante modifiche ed integrazioni al D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”*.
- **Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 agosto 2014** – *“Abrogazione del decreto 19 giugno 2009 e contestuale pubblicazione dell'Elenco delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) nel sito internet del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. (14A07097)”* (GU n. 217 del 18-9-2014).

#### **Documenti di riferimento**

- **Manuale Italiano di interpretazione degli habitat 92/43/CEE** Italian Interpretation Manual of the 92/43/CEE Directive habitats.

#### **3.1.2.3 Siti Rete Natura 2000**

La rete Natura 2000, istituita ai sensi della *“Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”* s.m.i. (Direttiva 92/43/CEE "Habitat") allo scopo di *“contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato”* (art. 2), è una *“rete ecologica europea di zone speciali di conservazione formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I e habitat delle specie di cui all'allegato II, che deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale”* (art. 3).

Il recepimento della Direttiva è avvenuto in Italia nel 1997 attraverso il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 modificato ed integrato dal D.P.R. 120 del 12 marzo 2003.

E' costituita da:

▪ **Siti di Importanza Comunitaria (SIC)** adottati dalla Commissione Europea sulla base delle liste nazionali dei Siti di Importanza Comunitaria proposti (pSIC) individuati da ogni Stato membro secondo i criteri stabiliti dall'Allegato III della Direttiva Habitat. In Italia l'individuazione dei pSIC è di competenza delle Regioni e delle Province Autonome, che trasmettono i dati al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare organizzati secondo il Formulario Standard europeo e completi di cartografie; il Ministero, dopo una verifica della completezza e coerenza dei dati, trasmette la banca dati e le cartografie alla Commissione. Relativamente alle tre regioni biogeografiche che interessano l'Italia (alpina, continentale e mediterranea) l'ultimo (undicesimo) elenco aggiornato dei SIC è stato approvato dalla Commissione Europea il 12 dicembre 2017 in base alla banca dati trasmessa dall'Italia a gennaio 2017.

▪ **Zone Speciali di Conservazione (ZSC):** i SIC, a seguito della definizione da parte delle regioni delle misure di conservazione sito specifiche, habitat e specie specifiche, vengono designati come Zone Speciali di Conservazione con decreto ministeriale adottato d'intesa con ciascuna regione e provincia autonoma interessata.

▪ **Zone di Protezione Speciale (ZPS)** ovvero siti individuati ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" e designati direttamente dagli Stati membri (entrano automaticamente a far parte della rete Natura 2000). L'identificazione e la delimitazione delle ZPS si basa interamente su criteri scientifici ed è mirata a proteggere i territori più idonei in numero e superficie alla conservazione delle specie elencate nell'Allegato I e di quelle migratorie non elencate che ritornano regolarmente. In Italia l'individuazione delle ZPS spetta alle Regioni e alle Province autonome, che trasmettono i dati al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; il Ministero, dopo la verifica della completezza e congruenza delle informazioni acquisite, trasmette i dati alla Commissione Europea. Le ZPS si intendono designate dalla data di trasmissione alla Commissione.

Ai fini del presente studio sono stati consultati:

- Elenco Nazionale ZPS pubblicato sul sito internet del Ministero alla sezione "Elenco delle ZPS" (trasmissione della banca dati alla Commissione Europea dal Ministero dell'Ambiente aggiornata al dicembre 2017);
- Mappe della Rete Natura 2000 consultabili sul visualizzatore del Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Dall'esame del materiale elencato risulta che le aree interessate dal progetto di fase 1 (oggetto del presente SIA) sono collocate in posizione ampiamente decentrata rispetto al perimetro dei siti della Rete Natura 2000, per cui non sono prevedibili interferenze negative, nemmeno indirette o anche solo occasionali, fra le aree protette e le attività di progetto (basti citare che il sito del circuito Rete Natura 2000 più prossimo in linea d'aria al perimetro della concessione mineraria è il SIC ITB042237 "Monte San Mauro" fra i comuni di Gesico, Guamaggiore e Guasila distante oltre 15 Km).

#### 3.1.2.4 Altre aree naturali protette

La legge 6 dicembre 1991, n. 394 “Legge quadro sulle aree protette” definisce la classificazione delle aree naturali protette e istituisce l'Elenco ufficiale delle aree protette, nel quale vengono iscritte tutte le aree che rispondono ai criteri stabiliti, a suo tempo, dal Comitato nazionale per le aree protette.

Attualmente il sistema delle aree naturali protette è classificato come segue.

- **Parchi Nazionali**: costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.
- **Parchi naturali regionali e interregionali**: costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.
- **Riserve naturali**: aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati.
- **Zone umide di interesse internazionale**: costituite da aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri che, per le loro caratteristiche, possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar.
- **Altre aree naturali protette**: aree (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani, ecc.) che non rientrano nelle precedenti classi e si dividono in aree di gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti.
- **Aree di reperimento terrestri e marine**: indicate dalle leggi 394/91 e 979/82, che costituiscono aree la cui conservazione attraverso l'istituzione di aree protette è considerata prioritaria.

Anche con riferimento alle tipologie di aree protette su elencate (non facenti parte del circuito Rete Natura 2000) non si individuano interferenze con le aree interessate dal progetto.

### 3.2 PIANIFICAZIONE REGIONALE

#### 3.2.1 NORMATIVA MINERARIA

La Regione Sardegna ha regolamentato, con la L.R. 7 Giugno 1989, n. 30, il settore delle attività estrattive dei minerali di seconda categoria, mentre non dispone di una normativa specifica per la regolamentazione dell'attività estrattiva riferita ai minerali di prima categoria (ai sensi dell'art. 2 del D.P.R. 1443/1927).

#### 3.2.2 IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (PPR)

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), approvato nel 2006, è lo strumento di governo del territorio che persegue il fine di *“preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo; proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità; assicurare la tutela e la salvaguardia del paesaggio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile al fine di conservarne e migliorarne le qualità; contribuire all'efficiente utilizzo delle risorse naturali e alla protezione del clima, nell'ottica della sostenibilità ambientale in linea con le priorità stabilite dalla Commissione Europea [...]”* (Art. 1 comma 3 NtA).

Ai fini del presente studio sono stati consultati gli elaborati di seguito elencati:

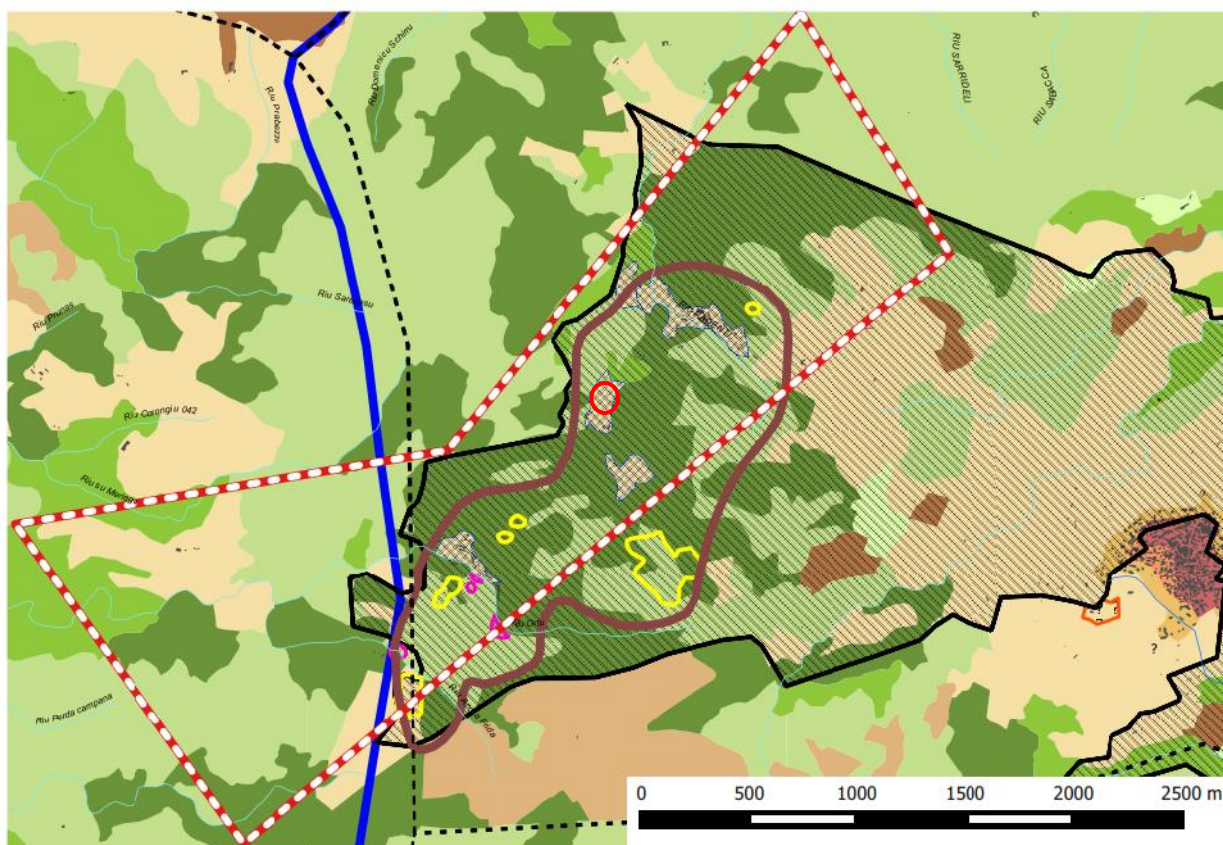
- TAVOLE DI PIANO ALLA SCALA 1:200.000
  - TAV. 1.1 Ambiti di Paesaggio;
  - TAV. 1.2 Assetto fisico;
  - TAV. 2 Assetto ambientale - Beni Paesaggistici e componenti di paesaggio;
  - TAV. 3 Assetto storico-culturale – Mosaico delle emergenze storico-culturali;
  - TAV. 4 Assetto insediativo.
- TAVOLE DI PIANO ALLA SCALA 1:50.000 (Ambiti paesaggistici del territorio interno in tavole suddivise in fogli secondo il taglio della Carta d'Italia IGM in scala 1:50.000).
  - Provincia di Cagliari e Medio-Campidano - Foglio 548;
- TAVOLE DI PIANO ALLA SCALA 1:25.000
  - Ambito n. 24 - Salto di Quirra Foglio 549 Sez. IV.

#### TAVOLE DI PIANO ALLA SCALA 1:200.000

Con riferimento alle **tavole 1.1 e 1.2** queste individuano gli ambiti di paesaggio costieri, relativamente ai quali le aree di intervento non presentano alcuna attinenza.



Relativamente alla **tavola 2** “Assetto ambientale - Beni Paesaggistici e componenti di paesaggio” si riporta di seguito un estratto centrato sulle aree minerarie circostanti Pozzo Centrale:



### Legenda

#### Progetto coltivazione

- Limiti comunali
- - - Perimetro concessione

#### AA - BENI PAESAGGISTICI 143

- fiumiTorrenti\_ARC
- fiumiTorrenti\_PLG
- laghiInvasiStagni

#### AA - AREE RECUPERO AMBIENTALE

##### sitiInquinati

- Sito amianto
- Sito inquinato
- Area di rispetto del sito inquinato
- areeMinerarieDismesse
- discariche
- scavi

#### AS - AREE DI INSEDIAMENTO PRODUTTIVO

- areeSalineStoriche
- areeBonifica
- areeOrganizzazioneMineraria
- parcoGeomAmbientaleStorico

#### AA - COMPONENTI ASSETTO AMBIENTALE

##### componentiAmbientali

- Macchia, dune e aree umide
- Boschi
- Praterie e spiagge
- Boschi
- Colture arboree specializzate
- Impianti boschivi artificiali
- Colture erbacee specializzate; Aree antropizzate

##### beniPaesaggisticiExArt136\_142

Fig. 25 – Estratto Tavola 2 PPR 1:200.000

La lettura della tavola consente di rilevare, per le aree coinvolte nel progetto:

- A. assenza di interferenze con beni paesaggistici individuati ai sensi ex art. 142 D. Lgs. 42/04 s.m.i. (rif. art. 11 NtA PPR), ovvero:
- a. parchi e riserve nazionali o regionali, nonché territori di protezione esterna dei parchi (art. 20 NtA PPR);
  - b. boschi e foreste (art. 2 comma 6 D. Lgs. 227/01) (art. 21 NtA PPR);
  - c. vulcani (art. 24 NtA PPR).
- B. assenza di interferenze con i beni paesaggistici individuati ai sensi ex art. 143 D. Lgs. 42/04 s.m.i., ovvero:
- a. fascia costiera (artt. 26 e 40 NtA PPR);
  - b. morfologie a baie e promontori, promontori singoli, falesie e piccole isole (art. 27 NtA PPR);
  - c. campi dunari e compendi sabbiosi (art. 28 NtA PPR);
  - d. aree rocciose di cresta;
  - e. aree a quota superiore ai 900 m s.l.m. (art. 30 NtA PPR);
  - f. zone umide (artt. 23 e 32 NtA PPR), laghi naturali, invasi artificiali e corsi d'acqua di interesse paesaggistico (artt. 17, 18 e 29 NtA PPR);
  - g. aree di notevole interesse faunistico, botanico e fitogeografico (art. 33 NtA PPR);
  - h. grotte e caverne (art. 34 NtA PPR);
  - i. alberi monumentali (art. 35 NtA PPR);
  - j. monumenti naturali istituiti dalla Legge Regionale 7 giugno 1989, n. 31 (Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale) (art. 31 NtA PPR);
  - k. saline;
- C. assenza di interferenze con aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate (art. 46 NtA PPR), ovvero:
- a. Siti di Interesse Comunitario (SIC);
  - b. Zone di Protezione Speciale (ZPS);
  - c. sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali L.R. 31/89;
  - d. oasi permanenti di protezione faunistica;
  - e. aree gestione speciale Ente Foreste.

Le aree circostanti il Pozzo Centrale interessate dai lavori sono censite alla voce *“Aree di recupero ambientale”* (art. 47 NtA PPR) entro il perimetro di *“area mineraria dismessa”* (iscritte nell'anagrafe siti inquinati ai sensi art. 17 del D. Lgs. 22/97 e dal decreto attuativo derivato D.M. 471/99), sebbene l'ambito minierario in questione risulti ancora in concessione e come tale non dismesso. Le stesse aree ricadono inoltre nell'ambito delle *“aree d'insediamento produttivo di interesse storico-culturale”* (art. 53 NtA PPR) fra le *“aree dell'organizzazione mineraria”* (Monti Narba). Tutte le aree interessate dal progetto sono comprese, infine, entro il perimetro del *“parco geominerario”* (Sarrabus-Gerrei) (istituito con D.M. Ambiente 265/01).

L'art.47 NtA PPR definisce *“aree di recupero ambientale”* le *“aree degradate o radicalmente compromesse dalle attività antropiche pregresse, quali quelle interessate dalle attività minerarie dismesse e relative aree di*

pertinenza, quelle dei sedimenti degli impianti tecnologici industriali dismessi, le discariche dismesse e quelle abusive, i siti inquinati e i siti derivanti da servitù militari dismesse" (comma 1).

Al comma 4) lettera b) è stabilito che "gli enti competenti all'esercizio della funzione di pianificazione, [...] nelle aree di compromissione ambientale dovuta alle attività minerarie dismesse, ai sedimenti degli impianti industriali dismessi, alle discariche dismesse o abusive, oltre alle operazioni di bonifica, di messa in sicurezza e recupero, gli interventi devono promuovere, ove possibile, il ripristino dei luoghi, anche al fine della valorizzazione turistico ambientale, tenendo conto della conservazione dell'identità storica e culturale del paesaggio. I piani di valorizzazione turistico ambientale sono ammessi solo se compatibili con i caratteri specifici del territorio".

L'art. 53 NtA PPR definisce al comma 1) le aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale quali *"sistemi identitari, individuati e rappresentati nelle tavole del PPR, caratterizzati da forte identità, in relazione a fondamentali processi produttivi di rilevanza storica"* che (comma 2) *"costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale in quanto rappresentano permanenze significative riconoscibili dell'assetto territoriale storico consolidato, e comprendono le aree di bonifica, le aree delle saline storiche nonché le aree dell'organizzazione mineraria ricomprese nel Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna, limitatamente alle aree di caratterizzazione paesaggistica b) c) d) di cui al seguente comma 3"*.

Al comma 3, le lettere b, c, d si riferiscono a:

- b) aree di contesto del Parco con monumentalità paesaggistica, geomorfologica e cromatica;*
- c) aree minerarie a forte valenza di archeologia industriale;*
- d) aree minerarie a prevalenza geomorfologica con eventuali modifiche derivanti da discariche.*

Le direttive alle quali deve conformarsi la pianificazione locale e settoriale sono elencate al comma 4:

- "a) conservare le caratteristiche essenziali delle aree d'insediamento produttivo di interesse storico-culturale;*
- b) prevedere che gli interventi di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie sia coerente con l'organizzazione territoriale;*
- c) consentire per le architetture storiche interventi edilizi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di consolidamento statico, di restauro e di risanamento conservativo, di ristrutturazione edilizia che non alterino lo stato dei luoghi e l'aspetto esteriore degli edifici;*
- d) consentire la demolizione solo per le parti incongrue;*
- e) disciplinare i cambi di destinazione d'uso ritenuti compatibili con la consistenza storico culturale dei beni stessi;*
- f) consentire nuove recinzioni derivanti da parcellizzazioni dei fondi agricoli se congruenti con il contesto;*
- g) nelle aree minerarie a prevalenza geomorfologica con eventuali modifiche derivanti da discariche dovute alle attività minerarie dismesse, nelle aree di sedimenti degli impianti industriali dismessi, alle discariche dismesse o abusive, oltre alle operazioni di bonifica, di messa in sicurezza e recupero,*

*promuovere, ove possibile, il ripristino dei luoghi, anche al fine della valorizzazione turistico ambientale, tenendo conto della conservazione dell'identità storica e culturale del paesaggio. I piani di valorizzazione turistico ambientale sono ammessi solo se compatibili con i caratteri specifici del territorio”.*

Trattandosi di progetto che prevede la ripresa della coltivazione (in sotterraneo) in un sito tuttora interessato da attività di manutenzione e messa in sicurezza, con trasferimento della titolarità della concessione, le norme di cui sopra risultano applicabili ai soli interventi di ripristino e valorizzazione previsti a valle dell'attuazione del progetto proposto dal soggetto proponente, restando in capo all'attuale concessionario ogni intervento di ripristino ambientale connesso allo sfruttamento minerario pregresso.

In tal senso, gli interventi previsti a fine vita della concessione possono essere colti come opportunità per un recupero morfologico ed ambientale di aree compromesse ad opera non solo delle attività in progetto ma, in parte, anche di quelle pregresse (ci si riferisce in particolare a infrastrutture ed impianti storici di cui è prevista l'integrazione all'interno del nuovo progetto di coltivazione).

Per quanto concerne le valutazioni sulle “componenti di paesaggio” si rimanda all'analisi delle tavole PPR di maggiore dettaglio (scala 1:50.000).

Con riferimento alla **tavola 3** “Assetto storico-culturale – Mosaico delle emergenze storico-culturali” le aree di intervento nel loro insieme risultano attribuite alla “regione storica interna” n. 30 “Gerrei”; le gallerie di coltivazione in sotterraneo e le relative pertinenze ricadono entro il perimetro del “sistema minerario di Monte Narba” (art. 57 NtA PPR “Complessi territoriali con valenza storico culturale”).

Entro un ragionevole intorno rispetto alle zone interessate direttamente dalle attività di progetto non si individuano beni paesaggistici a valenza storico-culturale, ovvero:

- A. aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico-culturale quali:
  - a. luoghi di culto dal preistorico all'alto medioevo;
  - b. aree funerarie dal preistorico all'alto medioevo;
  - c. insediamenti archeologici dal prenuragico all'età moderna, comprendenti sia insediamenti tipo villaggio, sia insediamenti tipo urbano, sia insediamenti rurali;
  - d. architetture religiose medioevali, moderne e contemporanee;
  - e. architetture specialistiche e civili storiche;
  - f. archeologie industriali e aree estrattive, architetture e aree produttive storiche;
  - g. architetture militari storiche sino alla II guerra mondiale;
  - h. elementi individuati storico-artistici quali rappresentazioni iconiche o aniconiche di carattere religioso, politico o militare;
- B. insediamenti storici di notevole valore paesaggistico.

Per quanto riguarda i vincoli archeologici si rimanda ai capitoli dedicati alla pianificazione locale vista la scala di maggiore dettaglio.

Per quanto concerne la **tavola 4** “Assetto insediativo” non si hanno rilievi da segnalare.



### TAVOLE DI PIANO ALLA SCALA 1:50.000

Le tavole definiscono gli ambiti paesaggistici del territorio interno suddiviso in fogli secondo il taglio della Carta d'Italia IGM in scala 1:50.000; relativamente alle aree interessate dal progetto è stato consultato il Foglio 548 (*Provincia di Cagliari e Medio-Campidano*), che ripropone i temi già individuati nelle tavole di Piano alla scala 1:200.000.

Tralasciando gli argomenti sviluppati in precedenza, con riferimento al tema delle “componenti di paesaggio con valenza ambientale” (dalla carta dell’uso del suolo 1:25.000), si evidenzia come le aree di intervento nell’ambito del cantiere di Pozzo Centrale siano classificate come “aree antropizzate”, non rilevandosi interferenze con le componenti di paesaggio con valenza ambientale definite dall’art. 11 delle NTA del PPR.

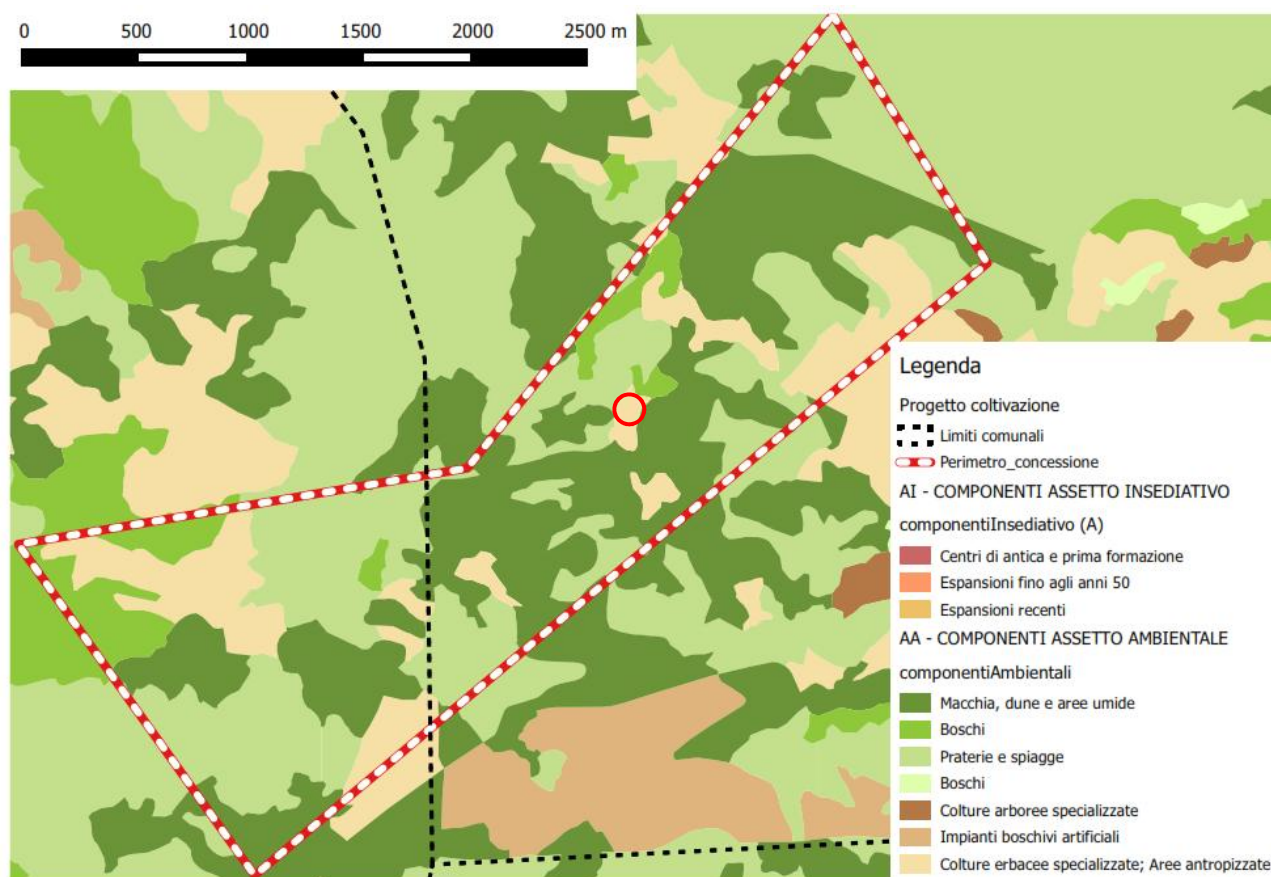


Fig. 26 – Estratto Carta dell’uso del suolo 1:25.000

In particolare si evidenzia ancora una volta come gli interventi previsti presso il sito di Pozzo Centrale vadano ad interessare esclusivamente porzioni di territorio già compromesse dalla pregressa attività industriale, ed occupate dalle infrastrutture industriali (tuttora attive).



### TAVOLE DI PIANO ALLA SCALA 1:25.000

Le aree interessate dagli interventi di progetto non sono comprese nella cartografia di Piano alla scala 1:25.000 i cui elaborati riprendono, a scala di maggiore dettaglio, i temi e i contenuti già trattati a commento delle tavole alla scala 1:50.000 e 1:200.000.

#### 3.2.3 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto legge n. 180/1998, è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo e alla prevenzione del rischio idrogeologico sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato; ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10/07/2006; successivamente con decreto del Presidente della Regione n. 121 del 10/11/2015 pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 43/2 del 01/09/2015, sono state approvate modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle NtA, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse NtA del Titolo V recante "*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)*".

#### **AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA**

Nel territorio dei Comuni di Silius e San Basilio non sono delimitate aree di pericolosità idraulica, come rilevabile dall'Allegato A alle Norme di Attuazione del PAI (Testo coordinato Febbraio 2018).

#### **AREE DI PERICOLOSITÀ DA FRANA**

La cartografia relativa alla pericolosità da frana propone l'involuppo delle perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità geomorfologica mappate nell'ambito della predisposizione del PAI e sue varianti e di studi derivanti dall'applicazione dell'Art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, aggiornate alla data del 31.12.2016.

Con riferimento al Comune di Silius, risultano cartografati due fenomeni franosi (censiti alle schede B7FR003 e B7FR010) che risultano non solo distanti dalle aree interessate dagli interventi in progetto, ma anche esterni all'area della concessione mineraria.



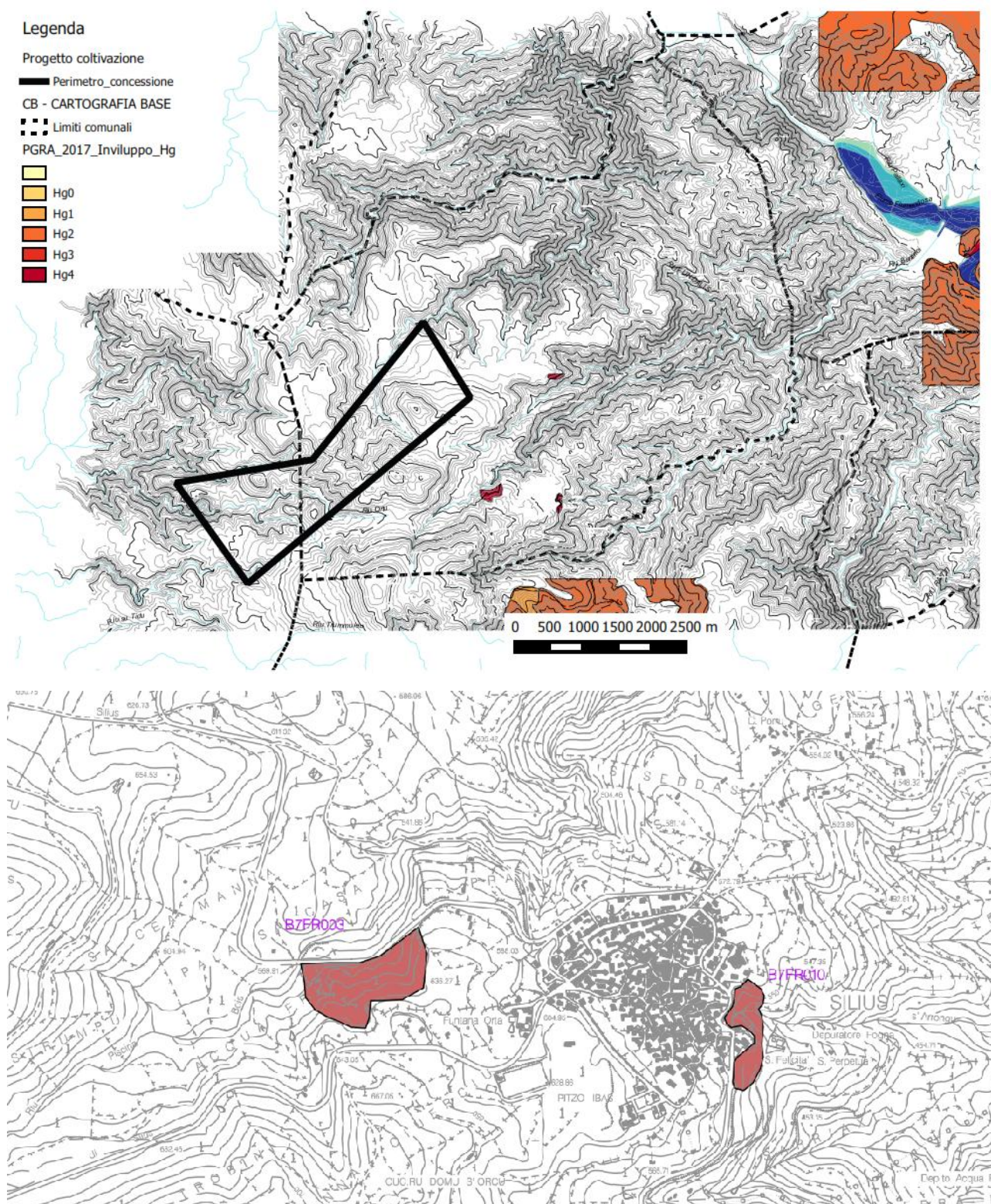


Fig. 27 – Estratto Tavola Hg 59/69 PAI 1:25.000 (pericolosità da frana)



### 3.2.4 PIANO FORESTALE AMBIENTALE REGIONALE (PFAR)

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), redatto ai sensi del D. Lgs. 227/2001 e approvato con Delibera 53/9 del 27/12/2007, è 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.

L'area di studio è compresa nel distretto 22 –Basso Flumendosa che “*si estende nel sotto-settore biogeografico Quirritano (settore Ogliastrino) e si presenta relativamente omogeneo dal punto di vista geomorfologico con la netta prevalenza di substrati metamorfici e dei relativi depositi di versante. In minor misura sono presenti formazioni carbonatiche e, sporadicamente, affioramenti granitici. In tutto il distretto la copertura vegetale è stata fortemente condizionata da secoli di utilizzazione agro-silvo-pastorale e dal fenomeno degli incendi, con la conseguente trasformazione delle formazioni climax in cenosi di sostituzione e di degradazione*” (rif. Allegato 1- Scheda descrittiva di distretto).

Dalla tavola 3 “*Carta delle serie di vegetazione*” emerge come le aree interessate dai lavori presso Pozzo Centrale siano comprese nella SA19 “Serie sarda calcifuga, termo mesomediterranea della sughera”; la tavola 6 “Gestione forestale pubblica EFS” non evidenzia elementi da segnalare.

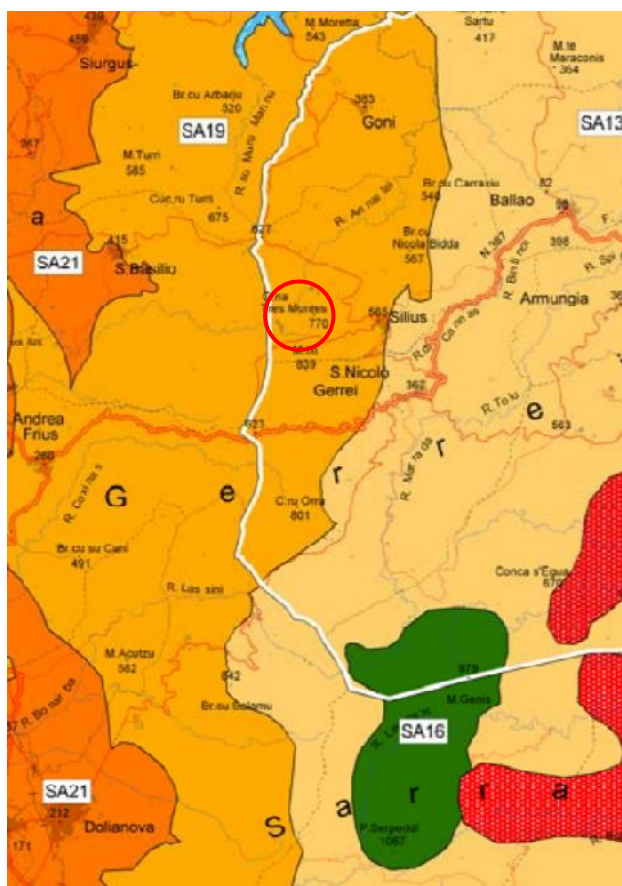


Fig. 28 – Estratto Tavola 3 PFAR

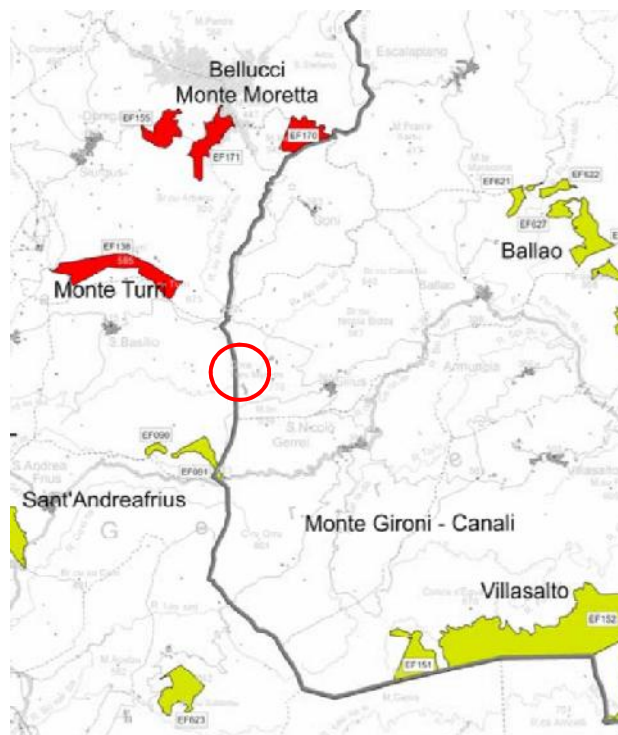


Fig. 29 – Estratto Tavola 6 PFAR

E' stata inoltre consultata la cartografia tematica di supporto al Piano Regionale Antincendi (P.R.A.I.); in particolare gli elaborati di seguito elencati:

- Cartografia a scala regionale o per singola provincia, delle Foreste Demaniali e dei Cantieri Forestali gestiti con l'indicazione delle proposte dei Siti di Interesse Comunitario;
- Cartografia a scala regionale o per singola provincia, delle Foreste Demaniali e dei Cantieri Forestali gestiti con l'indicazione dei Parchi Nazionali;
- Cartografia a scala regionale o per singola provincia, delle Foreste Demaniali e dei Cantieri Forestali gestiti dall'Ente, con l'indicazione delle Oasi Permanenti di Protezione Faunistica;
- Cartografia a scala regionale o per singola provincia, delle Foreste Demaniali e dei Cantieri Forestali gestiti con l'indicazione dei Parchi Regionali.

Con riferimento alle tavole elencate non vi sono elementi di interferenza da segnalare.

Ai fini del presente studio sono state prese in considerazione anche le tavole seguenti:

- “Perimetri Forestali Gestiti e Oasi Permanenti di Protezione Faunistica”;
- “Perimetri Forestali Gestiti e Parchi Nazionali”;
- “Perimetri Forestali Gestiti e Parchi Regionali L.R. 31/89”;
- “Perimetri Forestali Gestiti e Siti di Importanza Comunitaria”;

a cura dell'Ente Foreste della Sardegna Direzione Generale Servizio Tecnico e della Prevenzione, dal cui esame si evince come le aree di intervento risultino esterne rispetto ai limiti dei perimetri forestali (e delle altre aree tutelate).

### 3.2.5 PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (PTA)

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è lo strumento conoscitivo e programmatico che si pone come obiettivo l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica; la Regione Autonoma della Sardegna, in attuazione dell'art. 44 del D. Lgs 11 maggio 1999 n. 152 s.m.i. e dell'art. 2 della L.R. luglio 2000 n. 14, ha approvato il PTA con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006.

Il documento, secondo quanto previsto dalla L.R. 14/2000, è stato predisposto sulla base delle linee generali approvate dalla Giunta Regionale con D.G.R. 47/18 del 5 ottobre 2005 ed in conformità alle linee-guida approvate da parte del Consiglio Regionale.

Obiettivi fondamentali del PTA sono, in sintesi:

1. il raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D. Lgs. 152/99 s.m.i. 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;
2. il 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;
3. il 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.

Il PTA, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico, contiene: i risultati dell'attività conoscitiva; l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione; l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento; le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico; il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

Relativamente alle **tavole 1, 2, 3, 4a**-e non vi sono elementi di rilievo da segnalare che abbiano attinenza con gli interventi in progetto.

Secondo la **tavola 5/15** (scala 1:100.000), le aree di intervento risultano ricadere nell'Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) "Flumendosa"; con riferimento alla **tavola 7** (scala 1:250.000) le aree interessate dagli interventi previsti non risultano comprese fra le "aree sensibili"; infine, relativamente alla **tavola 11** (scala 1:250.000) "*Registro aree Protette - Altre aree di salvaguardia (elevato interesse ambientale e naturalistico)*" (SIC etc) non vi è alcuna interferenza da segnalare.

Le Norme Tecniche di attuazione del PTA, al comma 2 dell'art. 30 "Aree di elevato interesse ambientale e naturalistico – [art.20 del Decreto]", specificano che *"per le finalità legate alla redazione del Registro delle Aree Protette, ai sensi dell'art. 6 della Direttiva 2000/60/CE, la Regione ha individuato le porzioni di territorio di seguito elencate:*

*Siti interessati da attività minerarie dismesse*

- a. All'interno di questa categoria si indicano le aree inquinate o degradate dal punto di vista idrogeologico a seguito di attività minerarie pregresse o in atto. Una prima definizione e perimetrazione di tali aree è contenuta nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 Ottobre 2001 recante "Istituzione del Parco geominerario storico ed ambientale della Sardegna" – G.U. n. 265 del 14.11.2001.*
- b. Il Piano di Bonifica dei Siti inquinati, redatto dalla Regione nel 2003, fa riferimento, per l'individuazione delle aree interessate da attività minerarie dismesse, sia allo "Studio di Fattibilità del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna", realizzato da EMSA, Progemisa e Università di Cagliari, sia al "Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis - Iglesiente - Guspinese", nato da un'Intesa di Programma tra il Ministero dell'Ambiente, la Regione Autonoma della Sardegna, e l'EMSA attraverso la Progemisa.*
- c. Per quanto riguarda la perimetrazione delle aree minerarie in generale, il Piano di Bonifica dei Siti Inquinati rileva che "non essendo ancora del tutto definiti i criteri in base ai quali perimetrare e individuare un sito in maniera precisa si è deciso di considerare un sito l'unità territoriale denominata area mineraria, definita quale ambito territoriale continuo, interessato da attività minerarie di ricerca e/o coltivazione inscrivibile all'interno di una linea chiusa che contenga tutte le impronte superficiali attualmente rilevabili."*
- d. Nel citato "Studio di Fattibilità per il Parco Geominerario [...]" le aree minerarie sono state suddivise in otto sub - aree di cui sei effettivamente interessate da attività minerarie mentre due interessate da attività di cava.*
- e. L'attività di censimento ha permesso di ricostruire un quadro abbastanza fedele delle attività esercitate a cielo aperto ma non ha invece consentito una definizione delle entità delle opere in sotterraneo a causa della frammentaria base informativa disponibile che sarebbe necessario integrare con attività di verifica in sito".*

All'art.52 NtA PTA "Disciplina Regionale per la Tutela delle Acque (DRTA)" al comma 1 è indicato che *"in attuazione del Decreto e della Direttiva 2000/60/CE, la Regione Sardegna sta predisponendo la Disciplina Regionale per la Tutela delle Acque (DRTA), che detterà norme in materia di tutela, risanamento, fruizione e gestione del patrimonio idrico, di gestione dei dati in raccordo con le altre strutture nazionali e periferiche e con gli organismi internazionali"*.

Nella "Relazione Generale - Parte A" relativamente alle miniere è specificato che *"l'attività mineraria, sia in superficie sia in sotterraneo, altera le condizioni di flusso idrogeologico e causa il peggioramento della qualità delle acque, durante l'attività ed anche al termine della stessa.*



*Per questo motivo i siti minerari in attività e dismessi costituiscono dei CDP (centri di pericolo) per le acque superficiali e sotterranee e devono essere analizzati nell'ambito delle attività del Piano di Tutela delle Acque".*

*Con specifico riferimento alle attività minerarie in sottosuolo "notevoli impatti contraddistinguono tutte le fasi dell'attività mineraria in sottosuolo, in particolare in quelle miniere che impegnano la zona satura del sistema acquifero connesso e che devono essere dotate di impianti di eduazione di notevole potenza, capaci di sollevare da notevoli profondità rilevanti portate di acqua sotterranea, [...].*

*I livelli piezometrici attorno alle miniere raramente si ristabiliscono dopo la cessazione delle attività, in quanto l'asportazione dei giacimenti e la presenza di pozzi e di gallerie di coltivazione alterano comunque l'idrodinamica sotterranea.*

*L'inquinamento causato dalle coltivazioni di minerali metallici e di carbone può essere notevole, e dà luogo a formazione di acidi e riduzione del pH, che aumentano la dissoluzione dei metalli".*

Al paragrafo 6.2.5 "Attività minerarie ed estrattive" fra le perturbazioni indotte dall'attività mineraria vengono indicate sia l'alterazione della circolazione delle acque sotterranee, in particolare con la messa in opera di impianti di eduazione per l'evacuazione delle acque dalle zone di coltivazione, sia fenomenologie di inquinamento correlabili a:

- 1) scarico di acque di eduazione, frequentemente acide e cariche di metalli;
- 2) scarico di torbide di laveria;
- 3) lisciviazione e dilavamento di discariche di scorie, di sterili e di residui di lavorazione;
- 4) infiltrazione ed efflusso da bacini di decantazione;
- 5) torbide scaricate da impianti di flottazione.

Gli impatti sul sistema delle acque consistono quindi primariamente nell'immissione nei corsi d'acqua di liquidi, derivanti dal dilavamento delle discariche circostanti, caratterizzati dalla presenza di solidi fini in sospensione, da elevata acidità e da una elevata concentrazione di metalli pesanti. Inoltre le elevate concentrazioni di solfuri che, ossidandosi, producono acido solforico, accelerano notevolmente il processo di dissoluzione dei metalli. Altro effetto significativo è dovuto all'attività di eduazione delle acque di falda che ha causato fenomeni di ingressione di acqua marina in seguito alla depressione del livello di falda".

La miniera di fluorite di Silius è elencata al n. 10 della Tabella 6-3 "Relazione Generale – Parte A".

La compatibilità degli interventi in progetto con le prescrizioni delle NTA del PTA dipende dunque dalle modalità di gestione delle acque sotterranee intercettate in fase di coltivazione, modalità che sono descritte in altra parte del presente Studio, alla quale si rimanda per i dettagli.



### 3.2.6 PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI – PIANO DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI

Il Piano di Bonifica dei Siti Inquinati, approvato con DGR n.45/34 del 5 dicembre 2003, ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. n. 22/97, rappresenta la quarta ed ultima sezione del Piano di Gestione dei Rifiuti e si prefigge l'obiettivo di fornire valide indicazioni per il risanamento ambientale di aree contaminate dalla presenza di attività antropiche fortemente impattanti, responsabili di situazioni di rischio di tipo sanitario ed ambientale.

Il Piano di bonifica dei siti inquinati della Regione Sardegna individua l'area mineraria di Gennas Tres Montis tra i siti minerari dismessi interni all'area 7 – Sarrabus Gerrei.

Si riporta di seguito la scheda SM 152 relativa all'area mineraria di Genna Tres Montis che evidenzia l'assenza di "grossi problemi dal punto di vista ambientale". Viene citata in particolare la necessità di messa in sicurezza di aree interessate da vecchi lavori a cielo aperto, che è stata effettivamente eseguita (con la ripiena delle subsidenze esterne) negli anni successivi all'approvazione del Piano.

Non risultano invece definiti interventi specifici per mancanza di informazioni di dettaglio.

**SITO SM-152 Area mineraria "Genna Tres Montis"****SEZIONE B)-ANAGRAFICA SITO**

<input type="checkbox"/> Notifica dell'inquinamento da parte dell'interessato ai sensi dell'art. 7 del D.M. 471/99	NO
<input type="checkbox"/> Notifica di inquinamento da parte dei soggetti pubblici, ai sensi dell'art. 8 del D.M. 471/99	NO
<input type="checkbox"/> Notifica dell'inquinamento da parte dell'interessato ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99	NO
<input checked="" type="checkbox"/> Siti in corso di bonifica all'emanazione del DM 471/99 ai sensi dell'art. 18	NO
<input checked="" type="checkbox"/> Siti nazionali individuati per legge (art. 1 L. 426/98, art. 114 L. 388/00, art. 3 DM 468/01)	NO
Comune di <b>SILIUS/SAN BASILIO</b> Provincia di <b>CAGLIARI</b> Ultimo Concessionario <b>Mineraria Silius S.p.A.</b>	
Processo produttivo <b>Miniera in sottoterraneo di "F-Pb"</b> Posizione amministrativa <b>in attività</b>	
Primo decreto <b>30/09/1954</b> Scadenza <b>29/09/1999</b> Rinuncia <input type="text"/> Archiviazione <input type="text"/>	

**SEZIONE B)- PRINCIPALI SORGENTI DI INQUINAMENTO**

Descrizione del sito	L'area mineraria di Silius, distante pochi km in direzione Ovest dall'omonimo centro abitato, è ubicata ad una quota di circa 600 m tra il versante orientale del Br. cu Muscadroxu e quello occidentale del Genna Tres Montis. Dalle osservazioni fatte non esistono grossi problemi dal punto di vista ambientale sia perché la maggior parte dei lavori avviene in sottoterraneo e sia perché lo sterile, compresi i fanghi dell'impianto di pre-arricchimento, viene praticamente riutilizzato per le riempiere dei vuoti di coltivazione o viene venduto e impiegato come inerte. L'unico aspetto che andrebbe preso in considerazione è quello della presenza nell'area dei vecchi lavori a cielo aperto che andrebbero messi in sicurezza, là dove fosse necessario, o inseriti nel contesto naturale ripristinandoli.					
Notizie storiche	La miniera di Silius, unica miniera attiva ricadente nel comparto del Sarrabus-Gerrei relativo al Parco Geominerario, deve la sua importanza al fatto che dalla fine degli anni '50 ad oggi, essa coltiva uno dei più grossi giacimenti di fluorite d'Europa. La Società Mineraria Silius S.p.a. che gestisce, in compartecipazione con la Regione Sardegna, questa importante risorsa. Nonostante la ricchezza del sottosuolo, il contributo finanziario di tale ente, risulta indispensabile ai fini di un più corretto e razionale sfruttamento dello stesso giacimento che altrimenti non sarebbe possibile. Tutta la produzione proveniente dai vari cantieri presenti, Acqua Frida, Muscadroxu e Gennas Tres Montis (il principale), converge in un unico punto e di qui il minerale viene trattato in un impianto di pre-arricchimento per poi essere spedito alla laveria di Assemini. La miniera è dotata di tutti i servizi necessari, compresi gli alloggi per il personale, mentre l'attività in sottosuolo è supportata dalla presenza di tre pozzi: il San Gabriele, che costituisce la principale via d'accesso ai lavori in sottoterraneo, il pozzo Centrale, annesso all'impianto di arricchimento succitato, e il pozzo di S'Acqua Frida utilizzato per trasportare il calcestruzzo da impiegarsi per la realizzazione delle solette interne, necessarie per la coltivazione dei vari sottolivelli.					
<input type="checkbox"/> Scavi a cielo aperto	N°	<b>7</b>	Superficie occupata m <sup>2</sup>	<b>93916</b>	Volume m <sup>3</sup>	<b>281748</b>
<input type="checkbox"/> Discariche Minerarie	N°	<b>7</b>	Superficie occupata m <sup>2</sup>	<b>24621</b>	Volume m <sup>3</sup>	<b>49242</b>
<input type="checkbox"/> Bacini fanghi	N°	<b>1</b>	Superficie occupata m <sup>2</sup>	<b>4358</b>	Volume m <sup>3</sup>	<b>17432</b>
<input type="checkbox"/> Abbancamenti fini	N°	<b>1</b>	Superficie occupata m <sup>2</sup>	<b>6062</b>	Volume m <sup>3</sup>	<b>12124</b>

**SEZIONE C)- DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'**

Stato della contaminazione	<b>Inquinato</b>	PRIORITA'	<b>1</b>
Tipo di intervento proposto	Non definito perché non si hanno le informazioni di dettaglio		
Importo stimato degli interventi	Vedi tabella 8-2 dell'Allegato 8 al Piano di Bonifica Siti Inquinati		

**SEZIONE D)- FONTI**

Fonti	Assessorato dell'Industria - Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese - Studio di Fattibilità del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna
-------	---

Fig. 30 – Scheda SM 152 allegata al Piano di Bonifica dei Siti Inquinati

### 3.3 PIANIFICAZIONE PROVINCIALE

#### 3.3.1 IL PIANO URBANISTICO PROVINCIALE/PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO (PUP/PTC)

Il Piano Urbanistico Provinciale (PUP), elaborato ai sensi art.16 della L.R. 45/89 "*Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale*", è stato approvato con Deliberazione C.P. n. 133 del 19/12/2002 ed è vigente dal 19/02/2004; la Variante al PUP in adeguamento al PPR relativa all'ambito omogeneo costiero è stata adottata con Deliberazione C.P. n. 37 del 12/04/2010 ed approvata con Deliberazione C.P. n. 44 del 27/06/2011 (inviata al Comitato Tecnico Regionale dell'Urbanistica – CTRU - per la verifica di coerenza e l'approvazione definitiva).

Con riferimento alla **tavola 2.b** "*Ambiti di Paesaggio: processi di relazione territoriale definiti dalle ecologie insediative*", **tavola 4.b** "*Ambiti di Paesaggio: processi di relazione territoriale definiti dalle unità marino-litorali*", **tavola 5.a-i** "*Ambiti di Paesaggio (PPR) - Sub Ambiti provinciali nulla da segnalare (sub-ambiti costieri)*" e **tavola 6** "*Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) della Rete Natura 2000*" non vi sono elementi di rilievo da segnalare in rapporto al progetto.

Dalla **tavola 3.b** "*Ambiti di Paesaggio: processi di relazione territoriale definiti dalle ecologie geo-ambientali*" le aree interessate dal progetto sono comprese nell'ecologia del sistema orografico del Flumendosa.

Secondo quanto indicato nella normativa "*Il dinamismo morfo-evolutivo dell'area si manifesta con frequenti fenomeni cedimento e riassetto statico-gravitativo delle falde montane, soprattutto in coincidenza di situazioni morfologiche e litologico-strutturali predisponenti quali, l'elevata acclività delle pendici, e la presenza di litotipi particolarmente fratturati o alterabili. Inoltre ulteriori situazioni di instabilità sono connesse alla ricorrenza locale di rapporti giaciturali tra versanti e discontinuità strutturali dell'ammasso roccioso favorevoli allo sviluppo di cinematismi, nonché alla presenza di falde detritiche impostate su substrati fortemente acclivi o alterabili e instabili. Tali manifestazioni generalmente di entità limitata, possono localmente assumere caratteri parossistici e coinvolgere porzioni più significative dell'ammasso roccioso. Rilevanti processi di ruscellamento diffuso e concentrato e di dilavamento superficiale risultano favoriti in particolare dalle condizioni di elevata energia del rilievo, dalla scarsa permeabilità complessiva del substrato litologico che caratterizza buona parte del settore e dal carattere estremamente irregolare, e propenso a manifestazioni occasionali di particolare intensità, del regime pluvio-climatico della regione. [...] Locali situazioni di criticità ambientale sono connesse alla presenza sul territorio di centri in passato sede di attività mineraria, sebbene tale problematica non rivesta, nell'area considerata, una rilevanza pari a quella riscontrabile presso altri settori, soprattutto del Sulcis-Iglesiente-Guspinese*".

Relativamente alla **tavola 7.b** "*Vincolo idrogeologico (R.D.L. n. 3267 del 30/12/1923)*", non si registrano interferenze con le aree di Pozzo Centrale interessate dalle nuove opere; l'apposizione del vincolo



idrogeologico è invece rilevabile presso il limite W e NW della concessione mineraria, dove tuttavia non è previsto alcun nuovo intervento se non in sotterraneo a profondità minime di oltre 400 m dalla superficie.

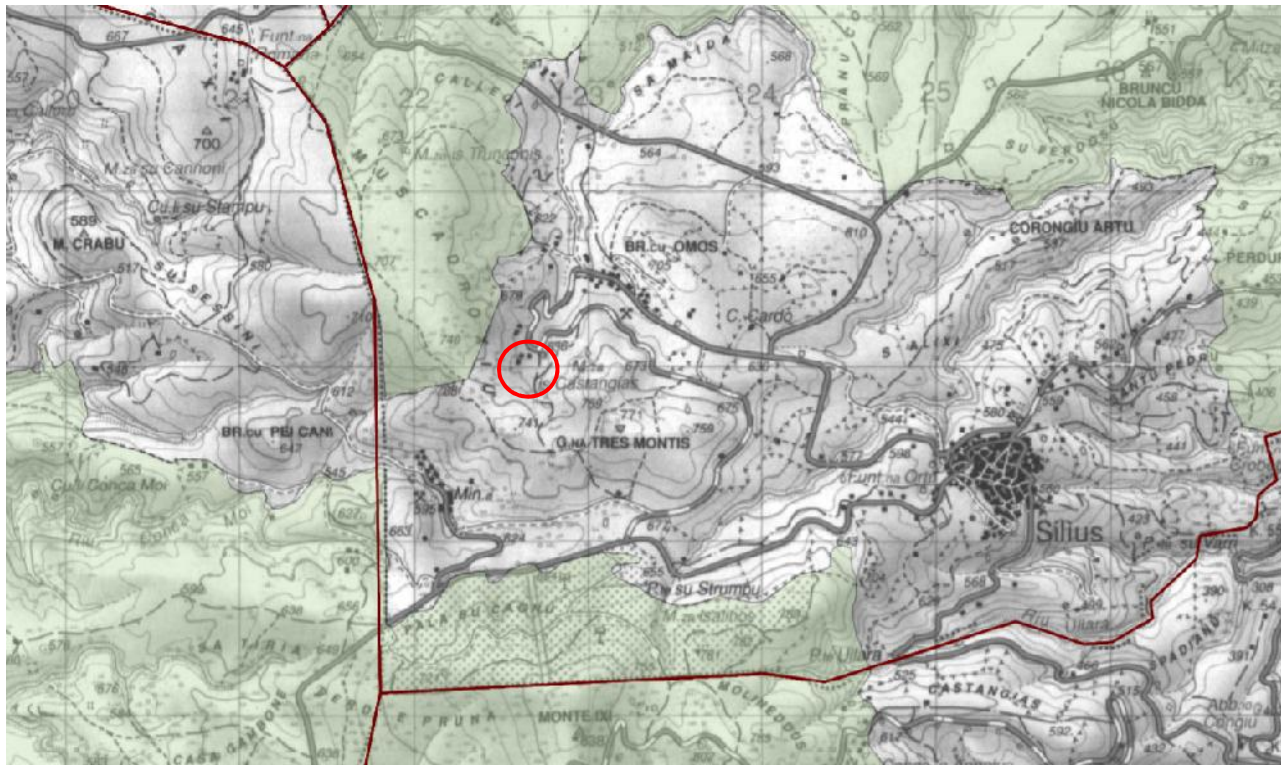


Fig. 31 – Estratto Tavola 7b PUP/PTC (il cerchio rosso indica le aree esterne interessate dai lavori)

Con riferimento alla **tavola 8.b** “Campo del progetto ambientale della Promozione della rete ecologica regionale” si evince come le aree di interesse ai fini del progetto siano esterne rispetto ai limiti delle aree protette individuate nell’elaborato grafico (Parchi regionali ed Aree Marine Protette; Riserve naturali ai sensi della L.R.31/89; Siti della Rete Natura 2000 : Siti di Importanza Comunitaria (SIC e proposta di ampliamento pSIC Assessorato Ambiente e Difesa del territorio - Provincia di Cagliari) e Zone di protezione Speciale (ZPS comprese le Zone di Protezione Speciale di nuova istituzione proposte dall'Assessorato Ambiente e Difesa del territorio - Provincia di Cagliari); Zone umide costiere ed interne; Ambiti di interesse per l'individuazione di nuove aree di tutela naturalistica ambientale di valenza provinciale; Oasi Permanenti di Protezione Faunistica (per quanto riguarda le aree comprese al loro interno caratterizzate da condizioni naturali e seminaturali, in particolare se localizzate in continuità con le altre aree di tutela); Oasi di protezione faunistica di nuova istituzione proposte dall'Assessorato Ambiente e Difesa del territorio - Provincia di Cagliari); Corridoi Ecologici (Corridoi Fluviali, Aree di completamento ed integrazione dei corridoi fluviali, Corridoi Fluviali secondari, "Corridoi Verdi").

La **tavola 9** “Esposizione delle risorse territoriali alla pericolosità idrogeologica” e la **tavola 10** “Valutazione del complesso delle relazioni tra aree a pericolosità idrogeologica e processi territoriali” non evidenziano criticità rispetto alle aree di progetto.

Dalla consultazione della **tavola 13** “Vincoli d' interesse ambientale” non emergono interferenze con Beni Paesaggistici ex art. 142 D.lgs. 42/04, con monumenti naturali, aree di rilevante interesse naturalistico, riserve e parchi naturali non istituiti (L.R. 31-89) né con bellezze naturali (L 1497-39).

Relativamente alle tavole di seguito elencate:

- **tavola 14a** “Aree a pericolosità idraulica (PAI)”;
- **tavola 14b** “Aree a pericolosità da frana (PAI)”;
- **tavola 15a** “Aree a rischio idraulico (PAI)”;
- **tavola 15b** “Aree a rischio da frana (PAI)”;

si rimanda al paragrafo dedicato al commento del PUC data la cartografia di maggiore dettaglio.

In merito alla **tavola “Aree di tutela naturalistica e ambientale”** non si rilevano interferenze con Siti di Interesse Comunitario (SIC) - Direttiva "Habitat" 92/43CE, Siti di Interesse Comunitario (SIC) - proposta di ampliamento Provincia di Cagliari - Assessorato Ambiente e Difesa del Territorio, Zone di Protezione Speciale - Direttiva "Uccelli" 79/409/CE, Zone di Protezione Speciale - Proposte di nuova istituzione Provincia di Cagliari - Assessorato Ambiente e Difesa del Territorio, Oasi Permanenti di Protezione Faunistica, Oasi Permanenti di Protezione Faunistica - Proposta di nuova istituzione, Ambiti di interesse per l'individuazione di nuove aree di tutela naturalistica ambientale di valenza provinciale.

Dall'esame della **tavola “Ambiti di pianificazione e gestione della risorsa forestale”** le aree di progetto ricadono nel Distretto forestale 22 - Basso Flumendosa.

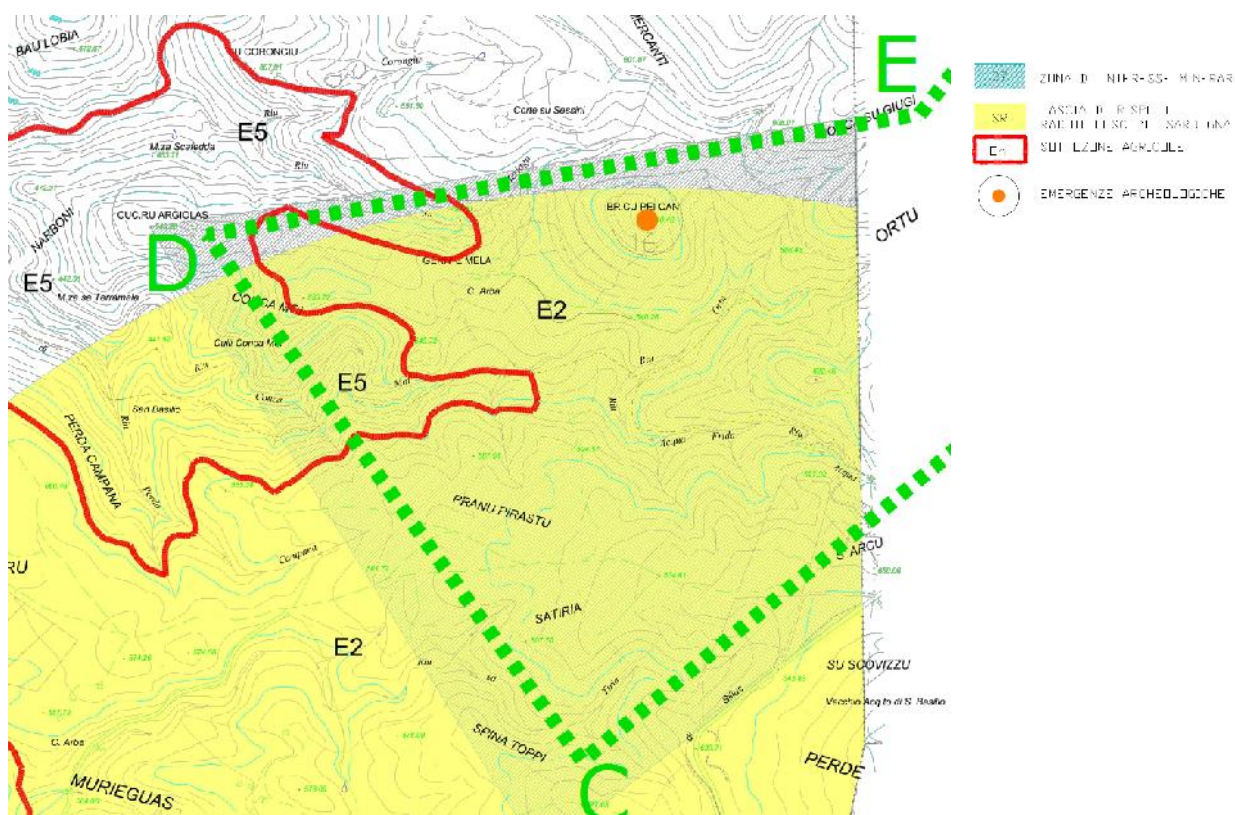
### 3.4 PIANIFICAZIONE COMUNALE

### 3.4.1 COMUNE DI SAN BASILIO

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di San Basilio (in adeguamento al PPR) è stato approvato in via definitiva con Delibera del Consiglio Comunale n. 24 del 13/08/2007; con Delibera del Consiglio Comunale n. 20 del 11/08/2016 è stata invece adottata in via definitiva la Variante al PUC relativa alla realizzazione di un centro di raccolta comunale a supporto della raccolta differenziata (Ecocentro).

L'area di concessione mineraria ricade solo marginalmente nel territorio di San Basilio, dove la pianificazione individua la presenza:

- di sottozona agricola (E2, E5);
- di zone di interesse minerario (D7), sostanzialmente coincidenti con il perimetro della concessione mineraria della miniera di Silius;
- della fascia di rispetto del radiotelescopio Sardegna (SRT);
- di emergenze archeologiche e della relativa fascia di rispetto (cerchio raggio 100 m).



*Fig. 32 – Estratto Piano Urbanistico Comunale (PUC) di San Basilio*

### 3.4.2 COMUNE DI SILIUS

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Silius (in adeguamento al P.T.P. e alle direttive per le Zone Agricole) è stato approvato in via definitiva con Delibera del Consiglio Comunale n. 65 del 23/08/2001; con Delibera del Consiglio Comunale n. 42 del 14/07/2011 è stata invece adottata in via definitiva la Variante al PUC relativa all'individuazione dell'area per la realizzazione dell'Ecocentro comunale.

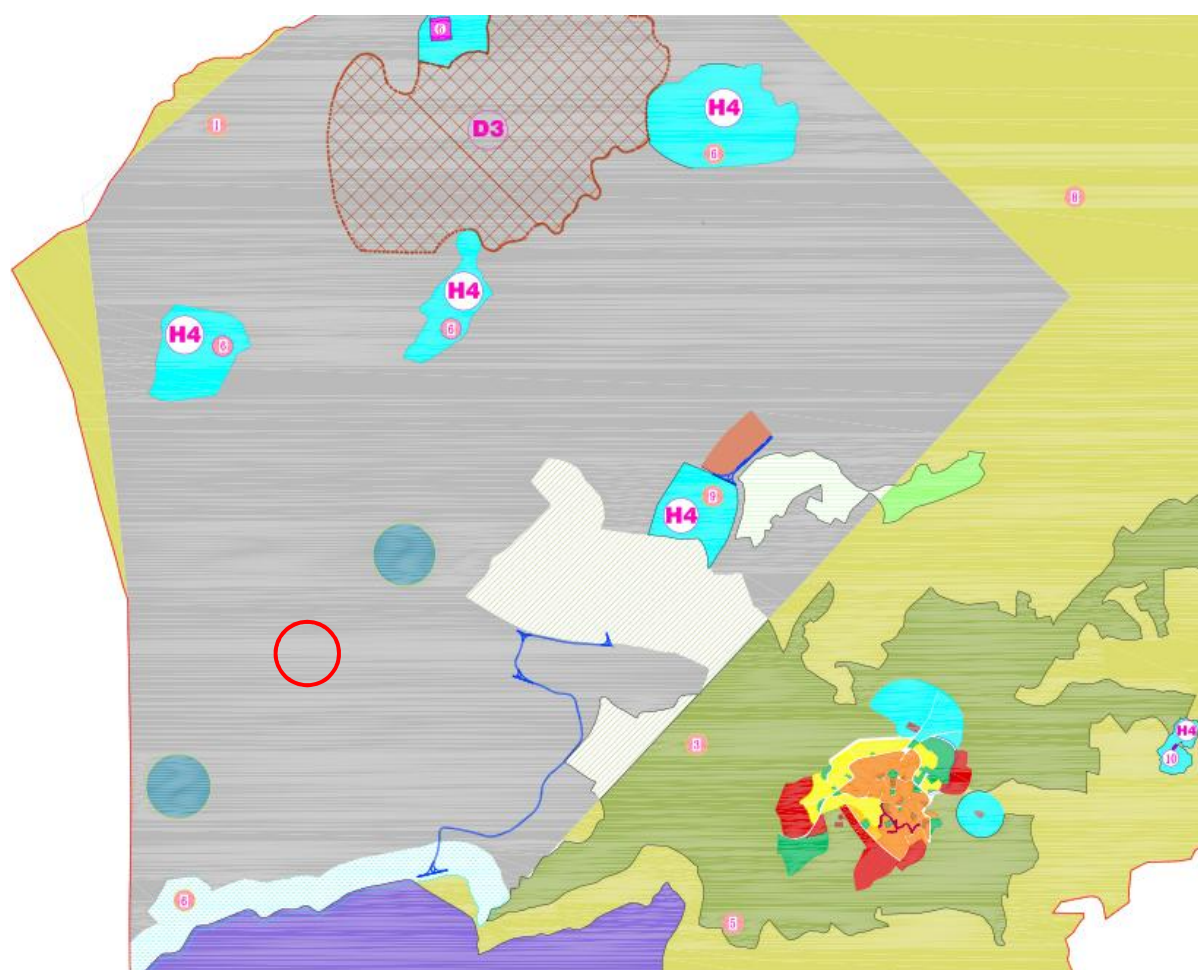
Dall'esame della tavola A.2 (scala 1:10.000) "Azzonamento territorio comunale" (di cui si propone un estratto nella figura seguente) si rilevano i seguenti elementi:

- le aree circostanti il Pozzo Centrale, oggetto d'intervento, ricadono in *"Zona D.2 – Industrie ad interesse minerario"* ovvero (rif. art. 11 NtA) *"destinata ad insediamenti legati all'attività industriale, tipo agro industriale (art. 12.10 comma 4) e mineraria, per i quali valgono, per l'edificazione, gli indici delle zone agricole e, in particolare quelli della zona E5 (Agricola marginale ovvero aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale)"*;
- l'intero perimetro della concessione mineraria risulta esterno rispetto al limite della *"Zona D3 - Industriale mineraria ad interesse ambientale"* (vasta zona valliva di Is Cuccurus - Pranu Su Codolaxiu - Prunu Trubidoxiu contornata da aree archeologiche di grande pregio);
- il solo perimetro della concessione mineraria interessa in modo marginale il limite di Zona H4 – *"Aree di rispetto archeologico"* (circoli megalitici), normata dall'art. 16 NtA, ma si tratta di aree non interferite in alcun modo da lavorazioni, né nella fase 1, né nella fase 2 del progetto di ripresa dell'attività estrattiva.

Si ricorda inoltre che:

- a. tutti gli impianti minerari di cui è prevista l'edificazione presso il Pozzo Centrale sono strutture temporanee, finalizzate all'esercizio della miniera per il tempo strettamente necessario allo sfruttamento del giacimento: le stesse, come più oltre descritto, saranno completamente smantellate nel momento in cui, con l'attivazione della fase 2 dello sviluppo della miniera, tutti gli impianti saranno trasferiti in altro sito, oppure, in caso di mancata attivazione della fase 2 per esito negativo della ricerca mineraria, alla scadenza della concessione;
- b. gli impianti minerari, associati alle relative concessioni, sono opere di pubblica utilità, ai sensi dell'art. 32 del R.D. 1443/1927, come tali soggetti a deroga agli strumenti urbanistici previa deliberazione del consiglio comunale, ai sensi dell'art. 14 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto comunque delle disposizioni contenute nel nel D.L. 42/2004 e delle altre normative di settore aventi incidenza sulla disciplina dell'attività edilizia.








#### ZONE INDUSTRIALI E ARTIGIANALI

-  ZONA D1 ARTIGIANALE
-  ZONA D2 INDUSTRIALE AD INTERESSE MINERARIO
-  CANTIERE MINERARIO
-  ZONA D3 INDUSTRIA MINERARIA DI INTERESSE AMBIENTALE
-  ZONA E2\* Aree agricole e2 che ricade all'interno della zona D2 mineraria
-  ZONA E5 Aree marginali per attività agricole nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale

#### ZONE A DESTINAZIONE TURISTICA

-  ZONA F TURISTICA
- SUDDIVISA NELLE AREE 1 E 2, RIPORTATE CARTOGRAFICAMENTE NELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE (TAV D2):
- 1 AREE NON TRASFORMABILI
  - 2 AREE TRASFORMABILI

#### ZONE DI SALVAGUARDIA

-  ZONA H3 FASCE DI RISPETTO STRADALE A RICOSSO DELLA ZONA F (Is. Ainos)
-  ZONA H4 AREE DI RISPETTO ARCHEOLOGICO

#### SITI ARCHEOLOGICI:



-  INDIVIDUATI CATASTALMENTE DALLA COMPETENTE SOPRINTENDENZA
-  INDIVIDUATI DALLA COMPETENTE SOPRINTENDENZA MA NON LOCALIZZATI CON CERTEZZA

Fig. 33 – Estratto Tav. A.2 "Azzonamento del territorio comunale" del Piano Urbanistico Com. (PUC) di Silius



## 4 QUADRO PROGETTUALE

### 4.1 IL GIACIMENTO DI SILIUS

#### 4.1.1 Localizzazione e sviluppo della mineralizzazione

Le informazioni sul giacimento, in attesa dell'attuazione del piano di ricerca mineraria promosso dal proponente, sono quelle storiche, raccolte in sede di Bando ed elaborate a partire dalla documentazione di Piano Industriale della Nuova Mineraria Silius Spa (2003) e della Fluorite di Silius Spa (2007), dell'Audit sul potenziale della miniera condotto dal BRGM - Bureau De Recherches Géologiques Et Minières (2001) e della tesi di laurea dell'Ing. F. Melis (2000).

Il giacimento filoniano di Silius, incassato nelle formazioni paleozoiche, si estende in superficie, con affioramenti discontinui, per una lunghezza di circa 2,3 km e si allarga verso il basso fino a raggiungere uno sviluppo di 4.5 km in corrispondenza del livello 200 della miniera; esso è conosciuto in profondità per almeno 500 m e questo lo rende unico nel panorama mondiale dei giacimenti della sua classe, per i quali è da considerare eccezionale una persistenza verticale di 250 m.

E' costituito da alcuni filoni sub-paralleli, variamente mineralizzati, tra loro separati in affioramento e nelle parti alte della miniera.

A GTM sono presenti due filoni principali con inclinazione di circa 75°, il S. Giorgio a N e il S. Giuseppe a S (altri filoncelli secondari, come un poco conosciuto S. Nicola, si sono chiusi verso il basso o uniti ai due principali), diversamente mineralizzati, distanti tra loro circa 70 metri in prossimità del pozzo e convergenti in entrambe le direzioni così come verso il basso, dove si uniscono all'altezza del livello 350.

A MX si distinguono sempre due filoni, il S. Giuseppe bis (che corrisponde al S. Giuseppe di GTM) e il S. Giovanni (che corrisponde al S. Giorgio di GTM). Anche qui è presente un terzo filone centrale, il filone Davide, con paragenesi simile al S. Giovanni ma a prevalente componente quarzosa; è stato seguito solo sino al livello 500, in quanto poco interessante a causa di un elevato contenuto in SiO<sub>2</sub>.

Ad AF nelle parti alte si ha un unico filone costituito dall'unione del S. Giuseppe bis e dal S. Giovanni.

La direzione media delle strutture filoniane è N45 nel tratto a SO del pozzo GTM mentre ruota di circa 20 gradi (N65), senza alcuna discontinuità, per tutto il tratto a NE di GTM.

L'estensione al livello 200 raggiunge quasi 4 km. Le due estremità SO e NE sono delimitate da due faglie normali inclinate in modo da aumentare verso il basso la lunghezza della mineralizzazione. Oltre tali faglie, il

filone, di formazione precedente, è stato rigettato verso NO all'estremità SO (come è stato appurato con la ricerca del 1990) e presumibilmente verso SE (oltre che di diverse centinaia di metri verso il basso) a quella NE.

Con i lavori di approfondimento della miniera, accertata l'origine unitaria dei vari filoni, gli stessi vengono ancora distinti, dove possibile, grazie alle diverse componenti mineralogiche, anche se ospitati nella stessa frattura. Solo localmente le due mineralizzazioni si separano con setti di porfiroide a forma di mandorla (sia in estensione che in verticale) dando origine a due vene che tuttavia presentano quasi sempre parti di entrambe le mineralizzazioni ancora ben riconoscibili.

La potenza dei filoni, abbastanza modesta all'affioramento, aumenta notevolmente nel sottosuolo. La potenza media si aggira intorno a 3,5 m, tuttavia è variabile da zona a zona, con minimi anche inferiori al metro e punte massime, nelle zone in cui si uniscono i due filoni, di 16-18 m. In senso verticale, la potenza del filone presenta un alternarsi di accrescimenti e riduzioni, talora anche improvvise, con la caratteristica morfologia "a rosario".

Il contatto minerale-sterile è generalmente netto, quasi sempre ben visibile; altre volte è presente uno strato di milonite argillosa, segno di un intenso movimento della salbanda. In alcuni casi, meno diffusi, il minerale passa gradatamente allo sterile attraverso una brecciatura del porfiroide che risulta cementato dallo stesso minerale (solitamente fluorite gialla e verde e/o calcite, più raramente calcedonio, tutti di formazione successiva alle fasi mineralizzanti principali).

Vari studi precedenti hanno più volte confermato la natura idrotermale della mineralizzazione di Silius (Cavinato, 1965 - rel. int.; Zuffardi, 1967 -rel. int.; Natale, 1969). Si possono con tutta certezza affermare che nella genesi del sistema filoniano di Silius si sono avuti due fasi mineralizzanti principali in diversi periodi, separati da un'intensa attività tettonica.

La prima fase è stata caratterizzata dalla risalita di fluidi mineralizzanti che hanno dato origine al filone S. Giorgio. Questa fase, probabilmente contemporanea all'attività tettonica che ha generato la frattura in cui sono risaliti i fluidi, è ben distinguibile nelle parti alte del giacimento a GTM e nei punti dove il S. Giorgio è separato dal S. Giuseppe. Essa è iniziata con una deposizione di quarzo microcristallino (calcedonio) alle salbande seguita da una serie di venute a fluorite rosa e bianca alternata con calcedonio e calcite e con sottili listature di blenda e marcasite. La listatura non è però sempre presente. In alcune parti alte di GTM e ad ovest del PC (livello 290-340) si distinguono nel S. Giorgio una prima limitata venuta di calcedonio color bianco latte alle salbande e una successiva di fluorite rosata, di aspetto per lo più massivo, raramente listata

con calcite e calcedonio, seguita da infiltrazioni di calcite e, in ordine decrescente, di barite rosa e mielata (questa anche cristallizzata in druse), marcasite e blenda marroncina che si dispongono in modo caotico. Manca quasi totalmente la galena.

La seconda fase mineralizzante è contemporanea o poco successiva ad un'attività tettonica che riattiva la precedente struttura producendo in diverse zone una brecciatura della mineralizzazione S. Giorgio e del porfiroide in prossimità delle salbande (più frequentemente in quella sud) che viene cementata dalla nuova mineralizzazione. Non dappertutto questa attività si scarica sulla precedente struttura ma in alcune zone, come le parti alte di GTM, si sviluppa come una faglia indipendente, producendo i setti a forma di mandorla che si rinvengono sovente nei lavori minerari. Questa seconda fase, denominata S. Giuseppe, inizia con una deposizione di fluorite bianca alle salbande seguita da venute ritmiche di fluorite traslucida, calcite e barite (quest'ultima prevale nelle parti alte del giacimento), galena e marcasite, il tutto con una marcata tessitura a listato. La galena in questa fase acquista una discreta importanza tanto che, da minerale accessorio di prima fase, diventa uno dei minerali principali.

Sono presenti altre fasi successive, di minore importanza, che hanno interessato probabilmente solo alcune parti del giacimento. Ad esempio ad est di GTM, al livello 200, il filone S. Giuseppe, lungo un tratto di circa 100 metri, è interessato da intensa brecciatura del minerale, segno di una nuova attività tettonica. I frammenti, dove è possibile riconoscere le listature originarie a fluorite, calcite e galena, sono cementati a volte da una fluorite bianca e gialla, a volte da calcite spatica. Questa attività tettonica si è manifestata solo localmente interessando le parti mineralizzate, come il caso prima descritto; più spesso ha prodotto lo scorrimento delle salbande con formazione di milonite, oltre a fagliature sub parallele e poco distanti dal filone (in miniera meglio noti come "liscioni").

Per quanto riguarda l'evoluzione dei tenori con la profondità, pur non essendoci ancora uno studio statistico, il progredire dei lavori minerari e di ricerca, ci hanno fornito diverse indicazioni.

Nelle zone alte del giacimento venivano coltivati Fluorite, Barite e Galena con tenori medi rispettivamente di 35-45%, 6-10% e 2-3,5%. La barite ben presto, con l'approfondimento dei lavori, è andata a ridursi e dal 1986 non viene più recuperata. Questo minerale era presente quasi essenzialmente sul filone S. Giuseppe e localmente arrivava a tenori anche superiori al 20%. Attualmente è presente nel T.V. con valori medi di 1-2%. Solo nella zona ad ovest di AF presenta ancora tenori oltre il 20%.

La galena, come solitamente si riscontra nei giacimenti idrotermali, ha avuto un lieve incremento nelle parti basse. Attualmente il tenore medio in Pb nel filone è il 3,2%, con zone in cui la concentrazione supera il 10%.



Per la fluorite, con gli ultimi lavori in tracciamento sotto il livello 200 e con la campagna di sondaggi ultimata nel 2001, si è evidenziata una certa riduzione del tenore medio. Tale riduzione si è verificata in forma differenziale da zona a zona. Riguardo le cause, se ne possono individuare due principali:

- l'aumento della calcite nel filone che ad AF e GTM è diventato il minerale nettamente più abbondante a spese essenzialmente della fluorite;
- un fenomeno di dissoluzione della fluorite con formazione di quarzo microcristallino, osservatosi al livello 150 tra il Pozzo Centrale e Pozzo GTM e al livello 100 nella zona attorno al Pozzo Centrale e ad est del Pozzo MX. Al microscopio polarizzatore si osservano chiaramente i cristalli di fluorite parzialmente dissolti e sostituiti da quarzo. Sinora il fenomeno è stato riscontrato principalmente nella fluorite del S. Giorgio e sembrerebbe legato ad un'intensa tettonizzazione della fluorite che ha aperto la via all'inquarzamento. Non si hanno ancora prove sufficienti per valutare adeguatamente l'estensione del fenomeno, che sicuramente trova riscontri diversi nei vari blocchi del giacimento che hanno subito sollevamenti e abbassamenti differenziali, anche notevoli, soprattutto prodotti dalla tettonica alpina.

Gli ultimi sondaggi (1999/2001) eseguiti nella zona di AF ovest, hanno rilevato inaspettatamente un'evoluzione inversa della paragenesi, con un interessante aumento della fluorite procedendo verso il basso, dal livello 200 verso il livello 100. I tenori di quest'area, investigata con una maglia di 50 m per una lunghezza di 100 m, hanno rilevato un incremento di tenore medio in  $\text{CaF}_2$  passando dal liv. 200 con il 30,6% al liv. 150 con il 28,4 al liv. 100 con il 51,5% (i singoli valori sono la media di 3 sondaggi per livello).

Ne consegue che:

- ad E, la presenza della cassa filoniana fin sotto il livello 100 con tenori di fluorite e galena via via decrescenti e incremento deciso della calcite a scapito della fluorite, potrebbe individuare il livello 100, dal punto di vista minerario, come il limite di base del giacimento coltivabile;
- a W, i tenori di fluorite e galena crescenti verso il basso e la contemporanea ricomparsa della barite paiono indicare un 'ringiovanimento' del giacimento ed una sua riapertura prospettica sotto il livello 100.

I due risultati, apparentemente contraddittori, hanno in comune il fatto che i sondaggi hanno accertato la continuità della cassa filoniana (struttura portante indispensabile per ospitare la mineralizzazione) oltre il livello 100, e che il tettonismo che ha "tagliato" trasversalmente (e rigettato) questa struttura è posteriore all'evento mineralizzante.

Essi quindi indicano anche chiaramente quali possono essere le prospettive e le indicazioni per i futuri lavori di ricerca

Circa l'ambiente di deposizione dei fluidi idrotermali, i primi studi erano una serie di prove decrepitoscopiche eseguite su campioni di fluorite, calcite, blenda e barite del filone S. Giorgio (Natale, op. cit.) che hanno

mostrato una moderata dispersione delle temperature, comprese nell'intervallo 260°- 340° C. Le prove, indicate dallo stesso esecutore "provvisorie e non definitive", portavano a considerare un ambiente di deposizione di tipo mesotermale con temperature presumibilmente superiori a 250°C. Altri più recenti studi, (Boni et alii, 1999, Boni et alii, 2001), attraverso l'analisi delle inclusioni fluide nella fluorite, nella barite e nella calcite, hanno evidenziato sempre la natura idrotermale del giacimento ma, secondo gli autori, non per forza connesso a fenomeni intrusivi. Inoltre lo studio dei fluidi presenti nelle inclusioni (in prevalenza NaCl) ha evidenziato basse temperature che nelle inclusioni primarie (sicuramente quelle che conservano le condizioni più vicine a quelle della prima fase mineralizzante) variano tra 107°-122° per il S. Giorgio e 147°-162° per il S. Giuseppe. Tali temperature sono accompagnate ad una elevata salinità dei fluidi. Queste caratteristiche di temperatura e salinità rispecchiano quelle di molti giacimenti idrotermali sardi identificati come tardo e post-ercinici (recenti studi di vari autori) e si affiancano alla gran parte di quelli dell'Iglesiente. Per quanto riguarda l'età dei processi mineralizzanti, si possono ascrivere gli eventi alle ultime fasi del magmatismo ercinico (successivo alla messa in posto dei filoni di porfido che vengono tagliati dalle strutture mineralizzate), in quanto sinora al ciclo alpino sono imputabili solo piccole e limitate manifestazioni fluoritiche con caratteri e dimensioni del tutto differenti da quella di Silius.

#### 4.1.2 Stima delle riserve e del giacimento coltivabile

Le informazioni sulle riserve di minerale disponibili, in attesa dell'attuazione del piano di ricerca mineraria promosso dal proponente, sono quelle storiche, raccolte in sede di Bando ed elaborate a partire dalla documentazione di Piano Industriale della Nuova Mineraria Silius Spa (2003) e della Fluorite di Silius Spa (2007), dell'Audit sul potenziale della miniera condotto dal BRGM - Bureau De Recherches Géologiques Et Minières (2001) e della tesi di laurea dell'Ing. F. Melis (2000).

In particolare quest'ultima studia i caratteri morfologici e la composizione del giacimento, e riporta tabellati i valori medi, massimi e minimi della potenza del filone, del tenore in fluorite e del tenore in galena, calcolati ogni 50 m su ogni galleria di base e sottolivello, a partire dai dati contenuti nei rilievi geologici della miniera alla scala di 1:500. Anche lo studio del BRGM valuta le riserve a partire da questi dati, e li completa con informazioni puntuali su densità, composizione mineralogica della ganga e tenori in  $\text{CaF}_2$  e  $\text{PbS}$  del filone.

Si segnala al proposito che buona parte dei volumi di minerale 'a vista' dichiarati in sede di Bando non è risultata verificabile in sito per l'impossibilità di accesso a larghi tratti delle gallerie di carreggio ai livelli 100 e 200 (elemento di criticità ripetutamente segnalato in fase istruttoria).

La stima delle risorse è stata condotta (sia dal BRGM che dal Servizio Geologico della miniera) mediante l'individuazione di masse mineralizzate di forma prismatica le cui dimensioni sono funzione di lunghezza, altezza e potenza del filone; per effetto della giacitura subverticale del giacimento, questo metodo approssimato fornisce risultati attendibili, confermati in passato dalla pratica mineraria. I modesti errori rilevati (nell'ordine del 6%), dovuti principalmente alle approssimazioni necessarie per proiettare sul piano un giacimento che non si sviluppa in direzione perfettamente rettilinea ed in minor misura a discrepanze nelle quote dei livelli rilevabili su mappa, risultano comunque in difetto, determinando una sottostima (cautelativa) dei volumi mineralizzati.

Il BRGM ha inoltre calcolato nel suo studio la massa volumica del *tout-vénant* in posto per ciascuna delle masse mineralizzate individuate, facendo riferimento ad una serie di misurazioni di laboratorio effettuate su campioni rappresentativi delle varie aree e delle diverse mineralizzazioni della miniera. L'esame della massa volumica indica anche la composizione mineralogica dei filoni nelle aree considerate: pertanto, a partire dai tenori in  $\text{CaF}_2$  e  $\text{PbS}$  e dal tipo di mineralizzazione prevalente nella massa considerata (S. Giorgio o S. Giuseppe), è stato possibile stimare in modo puntuale la densità del *tout vénant* anche per parti del giacimento non considerate direttamente dallo studio del BRGM.

Nelle valutazioni di seguito riportate, si adottano tuttavia le sole cubature calcolate dal Servizio Geologico della miniera, in quanto:

- a. sono le più recenti (2007), e quindi aggiornate alla data di fermo della coltivazione;
- b. tengono conto delle analisi pregresse (stime e sondaggi 2001-2003 BRGM-NMS) e dei successivi riscontri di cantiere rispetto a tali previsioni (verifiche dirette 2001-2007);
- c. sono le cubature dichiarate in sede di bando.

Si evidenzia comunque come i discostamenti delle previsioni BRGM e NMS risultino modesti, tali da ritenere il dato FDS 2007 sostanzialmente attendibile

Di seguito si riporta il dettaglio delle riserve distinto per grado di attendibilità in minerale alla vista (per il quale le evidenze geologiche e di cantiere determinano stime di elevata affidabilità), probabile (per il quale i riscontri da sondaggi/pozzi/rilevamenti/ecc. consentono una stima attendibile della consistenza) e possibile (per il quale esistono ragionevoli indizi di esistenza ma senza prove dirette).



CLASSE	QUANT.	CaF2	Pb
Minerale alla Vista Sopra il Livello 200	200.548 t	33,8	4,7
Minerale alla Vista Sotto il Livello 200	1.906.521 t	34,6	3,1
Totale Minerale alla Vista	2.107.069 t	34,5	3,2
Minerale Probabile	123.676 t		
Minerale Possibile	64.350 t		

N. RIF. CARTA	CANTIERE	LUNGH. m	ALT. m	LARGH. m	P.S. t/mq	QUANT. t	QUANT. PROGR. t	CaF <sub>2</sub> %	Pb %	NOTE
2	2c AFW 200 (4° sott.-liv.300)	230	19	3,8	3,2	59.199		30,0	7,0	campionature I, II e III sott.
	2b AFW 200 (3° sott.-4° sott.)	290	17	3,8	3,2	51.680		31,0	7,0	campionature I, II e III sott.
	TOT.					104.819	104.819	30,5	7,0	
3	AFE 200 (4° sott.-liv.300)	120	22	5,5	3,1	45.012		38,0	3,0	stima visiva
	TOT.					45.012	149.821	38,0	3,0	
4	MXW 200 (4° sott.-liv.300)	40	22	3,0	3,1	8.184		35,0	3,5	
	TOT.					8.184	158.015	35,0	3,5	
5	5a MXE 200 (4° sott.-liv.300) - (E 6°)	40	19	5,0	3,0	11.400		37,0	1,0	stima visiva
	5a MXE 200 (3° sott.-4° sott.) - (E 6°)	50	17	5,0	3,1	13.175		40,0	1,0	stima visiva
	TOT.					24.575	182.590	38,6	1,0	
6	6c PCW 200 (4° sott.-liv.300) - (W 1.lio 1)	50	17	5,0	3,0	12.750		36,0	1,0	
	6b PCW 200 (4° sott.-liv.300) - (E 1.lio 1)	60	8	3,5	3,1	5.208		35,0	3,0	stima visiva (sconoramento)
	TOT.					17.958	200.548	35,7	1,8	
TOTALE SOPRA IL LIVELLO 200 (escluso pilastri e solette di protezione)							200.548	33,8	4,7	
8	8d AFW 100-200 (estr. ovest)	52,5	90	3,5	3,2	36.448		33,0	4,0	nuova stima
	8c AFW 100-200 (2° sott.-liv.100)	280	32	3,5	3,2	100.352		35,0	5,0	stima visiva liv. 200
	8b AFW 100-200 (1° sott.-2° sott.)	280	32	3,5	3,2	100.352		35,0	5,0	(sond. PRG 3a, 3a150, 3b, 3b150, 3c, 3c150)
	8a AFW 100-200 (liv.100-1° sott.)	280	32	3,5	3,2	100.352		35,0	5,0	(sond. PRG 3a, 3b, 3c.)
	TOT.					337.504	357.504	34,7	4,8	
9	9a MXE 150-200 (4° sott.-liv.200)	300	25	7,5	3,1	174.375		37,0	3,2	stima visiva liv. 200, liv. 150
	9b trattamento 4° sottolivello	78	5	3,0	3,1	2.176				in stand-by
	9a MXE 150-200 (liv.150-4° sott.)	270	25	7,0	3,1	134.737		36,0	3,2	stima visiva e camp. Liv. 150
	TOT.					306.358	664.460	36,8	3,2	
10	10c PCW 150-200 (4° sott.-liv.200)	150	10	5,5	3,1	25.575		35,0	1,3	
	10b PCW 150-200 (3° sott.-4° sott.)	150	13	5,5	3,1	33.248		35,0	1,3	
	10a PCW 150-200 (liv.150-3° sott.)	150	20	5,5	3,1	51.150		35,0	1,3	stima visiva liv. 150
	TOT.					109.973	774.432	35,0	1,3	
11	11a GTMW 150-200 (1° sott.-liv.200)	200	25	4,6	3,1	71.300		30,0	2,0	
	11b GTMW 150-200 (liv.150-1° sott.)	200	22	4,6	3,1	62.744		30,0	2,0	stima visiva liv. 150
	TOT.					134.044	908.476	30,0	2,0	
12	GTME 175-200	340	25	4,0	3,1	105.400		30,0	3,0	stima visiva 1 sott. 200
	TOT.					105.400	1.013.876	30,0	3,0	
13	13d GTMEE 125-200 (estr. est)	32,5	75	4,4	3,1	33.248		33,0	2,5	nuova stima
	13c GTMEE 175-200	400	25	4,4	3,1	156.860		37,0	3,0	stima visiva liv. 200
	13b GTMEE 150-175	400	25	4,4	3,1	156.860		37,0	3,0	(sondaggi PRG 1a150, 1b150, 1c150)
	13a GTMEE 125-150	400	25	4,4	3,1	156.860		37,0	3,0	(sondaggi PRG 1a150, 1b150, 1c150)
	TOT.					503.828	1.517.704	36,9	3,0	
14	14c MXE 100-150 (2° sott.-liv.150)	270	20	7	3,1	117.180		36,0	3,2	stima visiva + camp.2° sott. 100
	14c trattamento 2° sottolivello	361	5	4	3,1	13.429		37,0	3,5	in esecuzione
	14b MXE 100-150 (1° sott.-2° sott.)	230	17	5	3,1	60.005		32,0	2,5	riserve incrementate con il progredire dei sott.
	14a MXE 75-100 (f.lio 9-taglia MX)	130	20	5	3,1	40.300		35,0	3,0	nuova stima
	14a MXE 75-100 (f.lio 9-L.lio 8)	210	25	3,5	3,1	56.963		29,0	2,0	nuova stima
	TOT.					287.878	1.779.322	33,3	2,7	
15	15b PCW 100-150 (1° sott.-liv.150)	150	23	5,5	3,1	58.823		33,0	1,3	sondaggi n°7-9
	15b trattamento 1° sottolivello	268	5	3,5	3,1	6.723		33,0	1,3	in stand-by
	15a trattamento liv. 100 in minerale	100	5	3,5	3,0	3.150		30,0	1,3	ultimato
	15a PCW 100-150 (liv.100-1° sott.)	150	20	5	3,1	46.500		30,0	1,3	campionature liv. 100 in minerale
	15a PCW 75-100	130	25	3	3,0	33.750		29,0	1,3	nuova stima
	TOT.					127.195	1.906.521	30,9	1,3	
TOTALE SOTTO IL LIVELLO 200							1.906.521	34,6	3,1	
TOTALE MINERALE ALLA VISTA t							2.107.069	34,5	3,2	
NUOVE RISERVE							t	220.708	32,0	2,7

Fig. 34 – Distribuzione del minerale alla vista nei diversi pannelli di coltivazione





N. RIF. CARTA	CANTIERE	LUNGH. m	ALT. m	LARGH. m	P.S. t/mc	QUANT. t	QUANT. PROGR. t	CaF <sub>2</sub> %	Pb %	NOTE
16	AFW 75-100	280	25	3,5	3,1	75.950		?	?	Inform. insufficienti per l'analisi qualitativa
16a	AFW 75-100 Estr.W	93	25	3,5	3,1	25.226		?	?	nuova stima
						101.176	101.176			
18	PCE 150-125	100	25	3	3	22.500		?	?	Inform. insufficienti per l'analisi qualitativa
						22.500	123.676			
19	GTMW 125-150	0	25	3,5	3,1	-		?	?	non coltivabile - tenore CaF <sub>2</sub> < 20% (sondaggi PRG 4a1, 4a2, 4a3)
						-	123.676			
20	GTME 175-150	0	25	3	3	-		?	?	non coltivabile - tenore CaF <sub>2</sub> < 20% (sondaggi PRG 2a, 2b bis, 2c)
						-	123.676			
TOTALE MINERALE PROBABILE t							123.676	?	?	

Fig. 35 – Distribuzione del minerale probabile nei diversi pannelli di coltivazione

N. RIF. CARTA	CANTIERE	LUNGH. m	ALT. m	LARGH. m	P.S. t/mc	QUANT. t	QUANT. PROGR. t	CaF <sub>2</sub> %	Pb %	NOTE
22	AFW 75-50	0	25	3	3	-		?	?	non coltivabile - tenore CaF <sub>2</sub> < 30%
						-	-			
24	GTMW 125-100	0	25	3	3	-		?	?	(sondaggio PRG 3a 50) non coltivabile - tenore CaF <sub>2</sub> < 20%
						-	-			
25	GTME 125-150	0	25	3	3	-		?	?	(sondaggi PRG 4a1, 4a2, 4a3) non coltivabile - tenore CaF <sub>2</sub> < 20%
						-	-			
26	GTME 125-100	230	25	3	3	51.750		?	?	Inform. insufficienti per l'analisi qualitativa
26a	GTME 125-100 Estr.E	56	25	3	3	12.600		?	?	nuova stima
						64.350	64.350			(sondaggi PRG 1a, 1b, 1c)
TOTALE MINERALE POSSIBILE t							64.350	?	?	

Fig. 36 – Distribuzione del minerale possibile nei diversi pannelli di coltivazione

Gli studi condotti dall'Ing. Putzolu a servizio del Piano Industriale di Fluorite Italia (2014) si spingono oltre tali dati, individuando risorse aggiuntive per effetto:

- della coltivazione di pannelli con tenori in CaF<sub>2</sub> inferiori al limite storico adottato a Silius (28%) per la sostenibilità dello sfruttamento, in virtù delle condizioni generali di mercato migliorate rispetto al periodo delle stime FDS (2007);
- della coltivazione di ulteriori masse mineralizzate prossime a quelle coltivate e, per diversi motivi, non abbattute.



I calcoli così condotti portano ad una stima di risorse aggiuntive di circa 226.000 t di TV a vista, di circa 648.000 t di TV probabile e di circa 488.000 t di TV possibile.

In attesa degli esiti del piano di caratterizzazione e ricerca mineraria avviato dalla scrivente, tali risorse aggiuntive non saranno cautelativamente considerate.

## 4.2 LAVORI DI PREPARAZIONE

Come anticipato in premessa, la fase 1 degli investimenti e di ripresa dell'attività di estrazione a Silius è legata allo sfruttamento del giacimento disponibile alla vista ed all'utilizzo prioritario delle infrastrutture già esistenti, opportunamente revisionate, modificate, sostituite.

Tale fase, come di seguito meglio dettagliato, prevede, quali lavori preparatori:

1. il ripristino e la messa in sicurezza delle vie di accesso al sotterraneo esistenti (pozzi e gallerie di carreggio)
2. la revisione generale del sistema impiantistico del sotterraneo (linee elettricità, aria compressa, acqua; impianti di ventilazione; impianti di eduazione acque; impianti di sollevamento del minerale);
3. l'adeguamento del parco macchine;
4. la ristrutturazione dell'esistente impianto di prearricchimento Sink Float a bocca miniera (Pozzo Centrale);
5. la realizzazione di un nuovo impianto di flottazione a bocca miniera (Pozzo Centrale), modulare e completamente smontabile/rimovibile in caso di successivo trasferimento degli impianti alla bocca della nuova galleria di base di Fase 2;
6. la realizzazione di un sistema efficiente per la ripiena dei vuoti di coltivazione con i sottoprodotti del ciclo di lavorazione;
7. la messa in sicurezza idrogeologica delle aree esterne interessate dai cantieri di produzione e trattamento e dalle aree degli Uffici e del Personale;
8. la razionalizzazione degli spazi tecnici e direzionali in superficie;
9. l'attuazione del programma di ricerca mineraria descritto nella documentazione tecnica allegata all'istanza di concessione mineraria (ed oggetto di specifico Permesso di Ricerca, in istruttoria).

### 4.2.1 Ripristino e messa in sicurezza dei accessi al sotterraneo

Tra le attività di manutenzione e messa in sicurezza gestite dall'attuale concessionario per il mantenimento in efficienza della miniera spiccano i lavori di consolidamento di diverse tratte dei livelli di carreggio principali (liv. 100 e liv. 200), essenziali da un lato per garantire l'accessibilità alle zone oggetto di futura coltivazione ed ai vuoti oggetto di prossima ripiena e consolidamento, dall'altro per evitare che dissesti ed ostruzioni delle

gallerie principali conducano a fenomeni generalizzati di instabilità ed allagamento del sotterraneo, con evidenti problemi di sicurezza per il personale operante in sottosuolo.

Gli interventi in corso e/o completati negli ultimi anni hanno riguardato anche il mantenimento in efficienza dei pozzi, uniche ed essenziali vie di accesso al sotterraneo, con particolare riferimento alle infrastrutture dei pozzi Centrale e Muscadroxu.

Tuttavia, per ovvi motivi di limitazione degli investimenti e di indisponibilità dell'attuale concessionario all'effettuazione di interventi estensivi su di una miniera destinata al passaggio in gestione privata, gli interventi di manutenzione hanno riguardato solo gli elementi infrastrutturali essenziali della miniera: il nuovo concessionario si trova quindi a dover affrontare un vasto piano di messa in sicurezza e di riapertura e consolidamento di livelli e sottolivelli la cui percorribilità e stabilità è propedeutica all'avvio della coltivazione e della ricerca mineraria.

Gli interventi in prima analisi previsti riguardano:

1. il ripristino ed il consolidamento dei pozzi e degli associati fornelli di getto:
  - a. ACQUA FRIDA POZZO: il pozzo è stabile ed è interamente rivestito/armato. E' di fondamentale importanza in quanto è storicamente il pozzo utilizzato per la movimentazione delle macchine da/per il sotterraneo (grazie alla sua dimensione 2x6 m che consente il trasporto, ad es., di una pala meccanica intera senza benna). Sulle pareti del pozzo sono segnalati solo fenomeni di dissesto localizzati, sui quali intervenire puntualmente. Sono necessarie invece la manutenzione dei palchetti della via di passaggio del personale e la manutenzione di guide e supporti. L'impianto di sollevamento, dotato di argano da 10 t, è in esercizio: tuttavia è stato collaudato di recente solo fino a 3.3 t, ragion per cui sono necessari interventi di piccola manutenzione per ricollaudarlo a 10 t. Nel medio periodo sono comunque da prevedere la sostituzione dell'argano e del motore con un nuovo impianto più sicuro e performante (attualmente il gabbione montacarichi impiega un'ora e mezza per la discesa al livello 200). Sempre di recente si è provveduto al rifacimento della cabina elettrica, dell'alimentazione e del quadro comandi.
  - b. ACQUA FRIDA GETTO: è il fornello 14, di lato pari a 1.5 m, usato per tutte le ripiene W, inclinato, soggetto a più frequente intasamento degli altri. Il fornello è stabile: dal 2005 non è stato più liberato dal materiale e risulta intasato. La stasatura va affrontata dal basso, scendendo nel pozzo ed attaccando il fornello dai sottolivelli.
  - c. MUSCADROXIU POZZO: Il pozzo è stabile ed è interamente rivestito e/o armato. Il motore ed il meccanismo di controllo/freno sono nuovi. Nel 2018-2019 l'attuale concessionario ha in programma la manutenzione generale della carpenteria del castello, all'interno di un programma



di manutenzione più vasto delle carpenterie dei pozzi dei 3 castelli AF-MX-PC. Sono già in programma anche la sostituzione del quadro comandi dell'argano (pulpito) e l'adeguamento della segnaletica di sicurezza. Non sono quindi previsti interventi aggiuntivi particolari.

- d. MUSCADROXIU GETTO: utilizzato l'ultima volta nel 2005 per le ripiene del livello 200, le sue condizioni attuali non sono note. Ha lato 1.5 m ed è più verticale e meno soggetto ad intasamento rispetto al fornello di getto di Acqua Frida. Ne va verificata la stabilità complessiva e soprattutto va assoggettato a stasamento.
- e. CENTRALE POZZO: il pozzo è stabile, in buone condizioni, ed è interamente rivestito/armato fino al livello 175, mentre risulta solo scavato (ma non rivestito/armato e non attrezzato) dal livello 175 al livello 100. Va quindi predisposto un intervento di armamento e attrezzamento completo, in linea con il progetto già delineato nel 2005 e non realizzato per il fermo della miniera. Il pozzo ha sezione circolare dalla superficie al livello 400, e sezione rettangolare 6 x 2 m dal livello 400 al livello 100. Le gabbie sono recenti, con guide nuove e ruote in gomma.
- f. CENTRALE GETTO: il fornello, di lato pari a 2 m, raggiunge il livello 250; è stabile ma intasato e va quindi liberato dal materiale. Va inoltre modificato il suo imbocco di superficie che, per la sua posizione poco felice (al centro di un impluvio), è andato soggetto a danneggiamenti e intasamenti durante l'alluvione del 2016. Dal livello 250 al livello 200 è presente un altro fornello parallelo, con tramoggia basale, che risulta pieno di materiale e di acqua, e che deve essere stasato con particolare attenzione.
- g. GTM POZZO: il pozzo non è mantenuto da alcuni anni per effetto del cedimento strutturale di una mensola di appoggio in c.a. del telaio metallico che supporta la puleggia in testa al castello. Il castello risulta tuttavia strutturalmente in ordine e, come detto in precedenza, vedrà a breve la manutenzione della carpenteria. Per la ripresa della piena funzionalità del pozzo sono necessari dunque, oltre al ripristino del danno alla puleggia, una manutenzione straordinaria del rivestimento, dei supporti e delle guide e la sostituzione di motore ed argano.
- h. GTM GETTO: il fornello è relativamente stabile ed è vuoto. Va comunque sottoposto a verifica di stabilità delle pareti a seguito del lungo periodo di inutilizzo (al momento non sono disponibili informazioni in merito).
- i. PERUCCI VENTILAZIONE: non se ne conoscono le condizioni di dettaglio, ma il fornello risulta in esercizio. Va comunque sottoposto a verifica di stabilità delle pareti a seguito del lungo periodo di inutilizzo (al momento non sono disponibili informazioni in merito).

- j. PERUCCI – GETTO: il fornello è franato negli anni'90 ed è considerato perso. Esiste un progetto per un nuovo fornello da realizzarsi con raise borer fino al livello 200, ma al momento si ritiene di privilegiare il ripristino della funzionalità del pozzo GTM per le necessità dei cantieri ad Est.
2. la prosecuzione degli interventi di consolidamento e riapertura del livello 200 in direzione Est oltre la progressiva 10E, dove attualmente sono in corso i lavori di superamento di una frana che da diversi anni ostruisce il passaggio al margine orientale del giacimento (sede non solo di futura coltivazione ma anche delle attività di ricerca mineraria previste dal proponente). Il tratto oltre frana da verificare ed eventualmente consolidare è lungo circa 600 m;
  3. la riapertura del livello 250 ad Est del pozzo GTM, attualmente interrotto da una frana a circa 150 m da quest'ultimo: la riapertura di tale livello è essenziale la ripiena dei vuoti di coltivazione tra il livello 200 e il livello 250, la cui messa in sicurezza è preordinata all'avvio della coltivazione dei pannelli sottostanti (pannello 13 in particolare). Il tratto oltre frana da verificare ed eventualmente consolidare è lungo circa 750 m. Lo stato reale di tali vuoti potrà essere verificato anche ad avvenuto superamento della frana al livello 100 (di cui sopra), oltre la quale esiste una rampa che consente l'accesso ai sottolivelli tra il 200 e il 250;
  4. il controllo e l'eventuale sostituzione delle armature ammalorate nei livelli oggetto di coltivazione, ripiena e transito.

#### 4.2.2 Revisione generale degli impianti in sotterraneo

Tra le attività di manutenzione e messa in sicurezza gestite dall'attuale concessionario per il mantenimento in efficienza della miniera spiccano:

1. gli interventi di manutenzione straordinaria all'impianto elettrico, con la sostituzione di numerosi cablaggi in pozzo ed in livello e l'avvio del progetto di interconnessione tra le reti MT dei cantieri MX-PC-GTM (per finalità di sicurezza e controalimentazione);
2. gli ammodernamenti dell'impianto di eduazione delle acque, con il rifacimento integrale della linea dal livello +60 (camera pompe) all'esterno, la posa di nuove valvole e di una nuova coppia di pompe per ogni stazione di rilancio e l'automazione/telecontrollo del sistema;
3. l'ammodernamento degli impianti di sollevamento in pozzo, secondo quanto già descritto nel paragrafo che precede;
4. l'ammodernamento delle linee telefoniche interne alla miniera con il posizionamento di una nuova centralina al Pozzo Muscadroxiu ed il rifacimento dei cablaggi.

Tuttavia, per ovvi motivi di limitazione degli investimenti e di indisponibilità dell'attuale concessionario all'effettuazione di interventi estensivi su di una miniera destinata al passaggio in gestione privata, gli interventi di manutenzione hanno riguardato solo gli elementi impiantistici essenziali della miniera: il nuovo concessionario si trova quindi a dover affrontare un vasto piano di ammodernamento indispensabile all'esercizio in sicurezza della miniera.

Gli interventi in prima analisi previsti riguardano:

1. il completamento del progetto di interconnessione MT delle cabine in sotterraneo;
2. la dismissione della linea di interconnessione MT esterna tra Muscadroxiu e Acqua Frida e tra GTM e Perucci, con richiesta di allaccio diretto alla rete per le cabine di Acqua Frida e Perucci;
3. la manutenzione generale dei quadri e delle linee di distribuzione FM in superficie e in sotterraneo, con sostituzione di tutte le apparecchiature fuori norma (che soffrono, tra le altre cose, la progressiva e sempre maggiore indisponibilità di pezzi di ricambio, con conseguenti rischi di fermo delle lavorazioni);
4. la revisione generale del sistema di distribuzione dell'acqua, con sostituzione delle valvole e dei tratti di tubazione ammalorati;
5. la revisione generale del sistema di distribuzione dell'aria compressa, con sostituzione del sistema centralizzato a favore di un sistema con più compressori posizionati nelle diverse zone della miniera secondo le necessità. Le grandi distanze dalla superficie determinano infatti rilevanti perdite ed ingenti consumi elettrici non più sostenibili;
6. il potenziamento dell'impianto di eduazione attraverso:
  - a. la posa di una seconda linea di tubazioni, capace di far lavorare ciascuna coppia di pompe in ognuna delle stazioni di rilancio in parallelo senza disturbo (attualmente, con le pompe operanti su di un'unica colonna, piccole variazioni di prevalenza comportano il venir meno del contributo della pompa meno performante);
  - b. l'eliminazione della stazione di rilancio al livello +350, essendo la nuova linea di eduazione testata per una pressione di 70 bar, e contestuale potenziamento della capacità delle vasche al livello +150;
  - c. lo spostamento della quadristica di controllo dal livello +60 al livello +100, a protezione da eventuali fenomeni di allagamento;
7. la revisione complessiva degli impianti di ventilazione esistenti, che, con l'introduzione dei nuovi mezzi d'opera elettrici previsti dal progetto, resteranno operativi per la normale ventilazione del sotterraneo (per garantire il necessario afflusso d'aria per il personale) e nel caso di temporaneo esercizio di motori a combustione interna. Saranno comunque sempre disponibili ventilatori ausiliari in sottosuolo in corrispondenza dei vari cantieri operativi per le emergenze;



8. il potenziamento delle linee di comunicazione mediante installazione di una stazione telefonica fissa esterna a GTM;
9. il potenziamento del sistema di telecontrollo e sorveglianza (attualmente dotato di 25 telecamere in esercizio in esterno presso i cantieri di Muscadroxiu, Centrale e GTM, controllate via internet) mediante cablaggio dedicato, interconnessione in sotterraneo con cavo LAN tra GTM e Muscadroxiu e installazione di telecamere di sicurezza nei punti nodali del sotterraneo (es. stazioni di arrivo dei pozzi ai livelli principali, camere pompe, cabine elettriche, ecc.).



#### 4.3 MODALITA' DI COLTIVAZIONE

##### 4.3.1 Preparazione della coltivazione

Il programma delle grandi preparazioni sotterranee sarà sviluppato in conformità con l'attuale struttura della miniera e con l'allocazione delle riserve, con adattamenti su scala locale in funzione delle caratteristiche geo-meccaniche del sistema "giacimento– incassante".

Per una serie di ragioni sia economiche che tecniche, si prevede lo scavo delle nuove gallerie di livello e sottolivello in filone, e non in sterile come ipotizzato in alcuni dei Piani Industriali pregressi: le problematiche di staticità, circolazione idrica e manutenzione dei carreggi non si ritengono infatti tali da giustificare gli aggravii di costi e tempi prevedibili per la realizzazione di un nuovo carreggio in sterile, anche in relazione alla progressiva riduzione di potenza del filone che è stata riscontrata sotto il livello 200.

Inoltre l'adozione di macchine di scavo e smarino non più vincolate a cavo (come più oltre illustrato) consente una riduzione sostanziale dei fornelli necessari rispetto ai layout pregressi.

Le strutture sotterranee da realizzarsi ex-novo consistono in:

- galleria di carreggio liv. 100 W, dalla progressiva 12 W alla faglia perimetrale di Ovest (700 m);
- galleria di carreggio liv. 100 E, dalla polveriera di Pozzo Centrale alla faglia perimetrale di Est (1550 m);
- rampa Acqua Frida, tra il liv. 100 e il liv. 200 all'altezza della progressiva 15W (480 m);
- rampa GTM, tra il liv. 150 e il liv. 100 all'altezza della progressiva 6E (240 m);
- rampa Est, tra il liv. 200 e il liv. 100 all'altezza della progressiva 12E (480 m);
- fornelli W, tra il liv. 200 e il liv. 100 all'altezza delle progressive 14W (getto), 17W (getto) e 18W (ventilazione) (100 m ciascuno)
- fornelli E, tra il liv. 200 e il liv. 100 all'altezza delle progressive 3E (ventilazione), 4E (getto), 6E (getto), 9E (getto), 12E (ventilazione), 14E (getto), 17W (getto) (100 m ciascuno, eccetto il 6E da 50 m)
- traverse giro pala al livello 100 (1 ogni 200 m) e traverse di approccio al pozzo GTM
- approfondimento pozzi AF (da liv. 200 a liv. 100) e GTM (da liv. 150 a liv. 100)
- allargamento fornello pilota pozzo Centrale (da liv. 100 a liv. 60)

per un totale di:

- 2250 m di gallerie di carreggio;
- 1.200 m di rampe;
- 950 m di fornelli;
- 240 m di traverse;
- 150 m di nuovi pozzi;
- 40 m di allargo pozzi esistenti.

Le **gallerie di carreggio** (e le relative traverse di servizio) saranno realizzate con sezione di 12 mq (3.2 m di altezza x 3.7 m di larghezza), con pendenza massima del 3‰ in direzione del pozzo Centrale, ed attrezzate con binario a scartamento 750 mm e rigola cementata 30x40 cm. Saranno scavate in filone, con tecnica tradizionale *drill & blast*: il consolidamento sarà puntuale ove necessario, con soluzioni miste di volta in volta studiate sulla base della specifica condizione di detensionamento dell'ammasso (quadri piani in legno, bulloni, rete e spritz beton, centinature metalliche). Le gallerie saranno infine attrezzate con tutti gli impianti tecnologici definitivi.

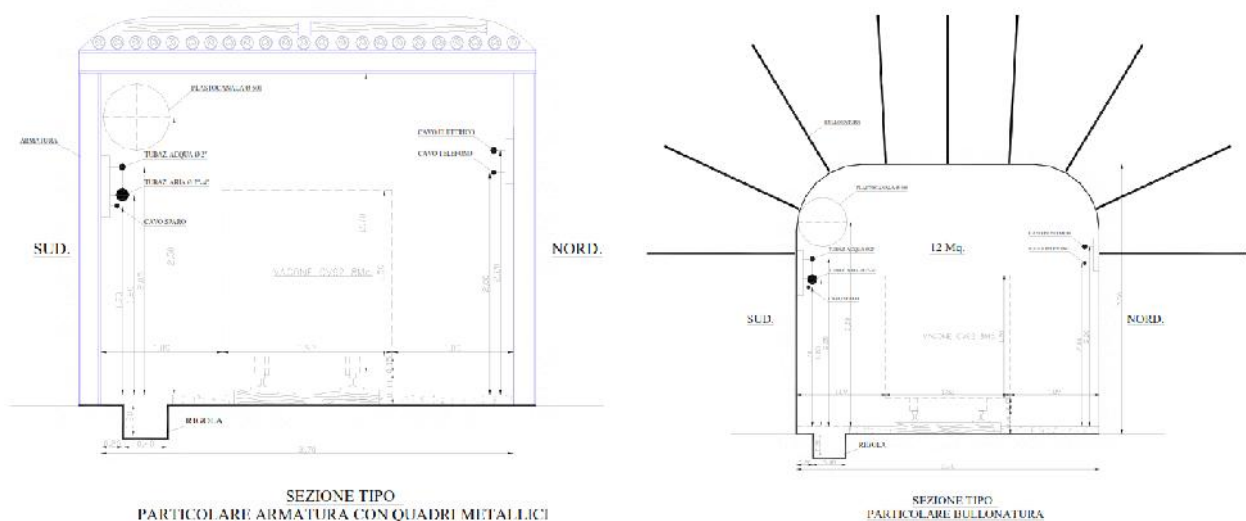


Fig. 37 – Sezioni tipo di consolidamento della sezione delle gallerie di carreggio

Le **rampe** per la movimentazione di materiali e macchine necessari alla coltivazione saranno realizzate con sezione di 10 mq, con pendenza pari al 20%, con scavo dall'alto o dal basso a seconda delle condizioni locali della miniera e della progressiva di avanzamento dei carreggi in fase di scavo.

I **fornelli** avranno sezione 2x2 m e, in prima analisi, saranno realizzati con tecnologia tradizionale in risalita con piattaforma Alimak: nella fase operativa sarà comunque valutata con un'analisi costi-benefici l'opportunità di dotare la miniera di un equipaggiamento di scavo in *raise boring*.

L'approfondimento dei pozzi AF e GTM è previsto in tecnica tradizionale, con realizzazione di un fornello pilota 2x2 m e successivo splaccamento dal basso alla sezione finita di 2x6. Analogo splaccamento è da prevedersi per il fornello pilota di pozzo Centrale tra i livelli 100 e 60.

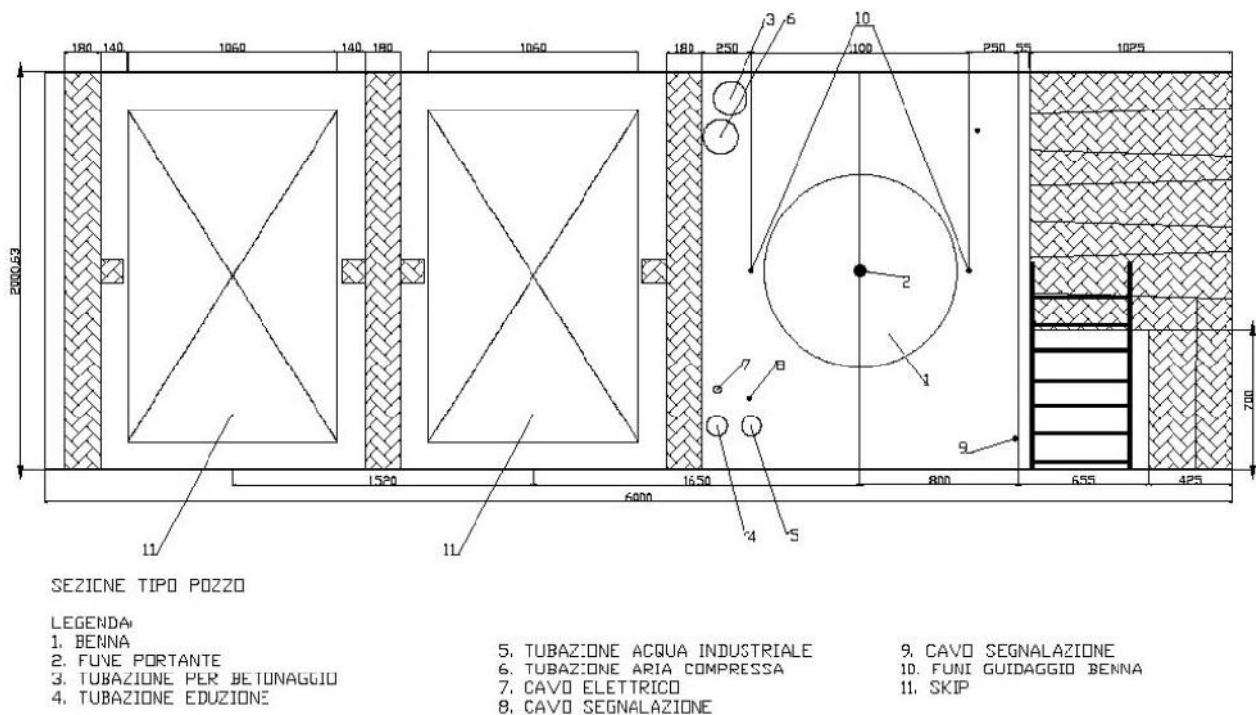
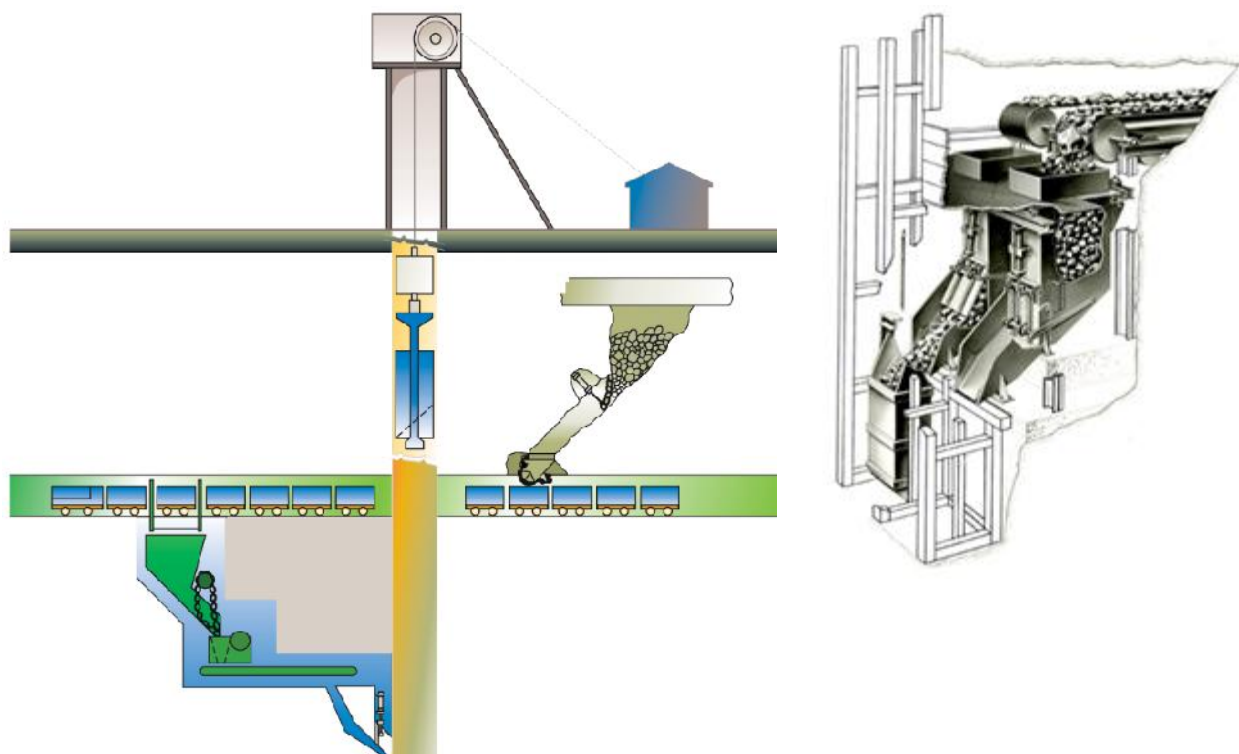


Fig. 38 – Sezione tipo dei pozzi di estrazione

Tutti i nuovi tratti di pozzo saranno successivamente armati (con centinature metalliche o bulloni), rivestiti in calcestruzzo (spessore indicativo 30 cm) ed attrezzati con vani servizi e scale. Alla base del pozzo è inoltre prevista la realizzazione della ricetta (misure indicative 8 x 6 x 5 m) e della camera di manovra e montaggio macchine (dimensioni indicative 25 x 6 x 5 m), entrambe armate con quadri piani in acciaio, reti imbullonate e rivestimento definitivo in calcestruzzo.

In aggiunta a tali preparazioni, sarà finalmente attuato il progetto di spostamento della camera di frantumazione primaria dal livello 200 al livello 100 di pozzo Centrale, con un nuovo sistema di carico automatico degli skip al livello 80. In particolare saranno realizzati:

- Il sistema di scarico dei vagoni al liv. 100 entro un primo silos di accumulo;
- la camera di frantumazione al di sotto del sistema di scarico, con alimentatore automatico e carro ponte per le manutenzioni;
- il silos di stoccaggio del frantumato con le tasche di carico degli skip al livello 80



*Fig. 39 – Schematizzazione dell'impianto di carico automatico degli skip*

Assieme alla realizzazione del nuovo sistema di carico viene previsto il potenziamento dell'impianto di sollevamento di pozzo Centrale, con l'incremento della capacità di carico fino a 8 m<sup>3</sup> per cordata, mediante l'installazione di un nuovo argano, di un nuovo motore, di un nuovo sistema di regolazione e controllo con inverter (in analogia a quanto già fatto al pozzo Muscadroxiu),

Si provvederà contestualmente al rinforzo strutturale del castelletto ed alla rotazione di 90° della macchina di estrazione per garantire un idoneo assetto delle funi portanti.

#### 4.3.2 Abbattimento del minerale

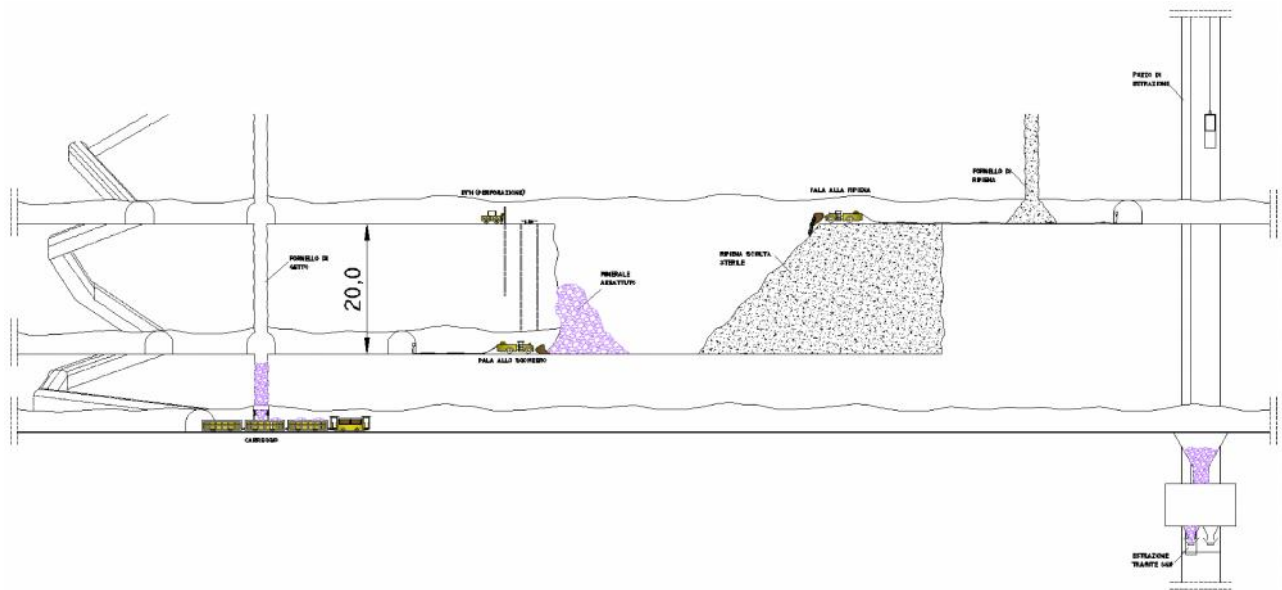
Il metodo di coltivazione di cui si prevede l'adozione è il cosiddetto unimontante per sottolivelli con ripiena al piede, in quanto ampiamente sperimentato a Silius.

Tale metodo, seppur non molto selettivo, garantisce elevata produttività mantenendo ottimi livelli di sicurezza sia in fase realizzativa che a fine coltivazione, soprattutto perché prevede una ripiena che segue costantemente le coltivazioni ed evita la presenza di grandi vuoti (come invece accaduto per i livelli superficiali).

Il metodo prevede la necessità di una galleria di testa e una galleria di base realizzate in filone.

La preparazione dei cantieri avviene con la definizione di pannelli mediante scavo di fornelli di getto e sottolivelli; i fornelli delimitano verticalmente il pannello, mettono in comunicazione i sottolivelli con la galleria di base e sono attrezzati con alimentatori per il carico del minerale sui vagoni, i sottolivelli delimitano orizzontalmente il pannello, la loro realizzazione è l'ultima fase di preparazione del cantiere, la cui coltivazione avviene con l'esecuzione di mine sub-verticali con martello fondo-foro e l'impiego di esplosivo. L'abbattimento avviene in ritirata e lo smarino è effettuato con pala che trasporta il minerale abbattuto dal fronte al fornello di getto più vicino.

La figura seguente schematizza il processo di coltivazione.



*Fig. 40 – Schema del processo di coltivazione*

Partendo dal basso, il primo sottolivello è realizzato in filone 7 m a monte della galleria di base; in modo da lasciare una soletta a protezione del piano strada che fungerà anche da piano d'appoggio del materiale abbattuto e delle future ripiene.

L'apertura delle gallerie in tracciamento è attuata con l'impiego sistematico dell'esplosivo con sfondi dell'ordine di 3-3.5 m, previa preparazione dei fori di volata con Jumbo automatizzati.

In funzione della resistenza delle salbande, saranno tracciati 3 o 4 sottolivelli, con pannelli alti 27 m (3 sottolivelli) o 19 m (4 sottolivelli).

Si ritiene, in prima istanza, di mantenere indicativamente invariati gli schemi di abbattimento sia per lo scavo delle gallerie che per la coltivazione.

La riservetta per il deposito temporaneo dell'esplosivo, attualmente ubicata al livello 100, verrà mantenuta anche nella ripresa della nuova coltivazione.



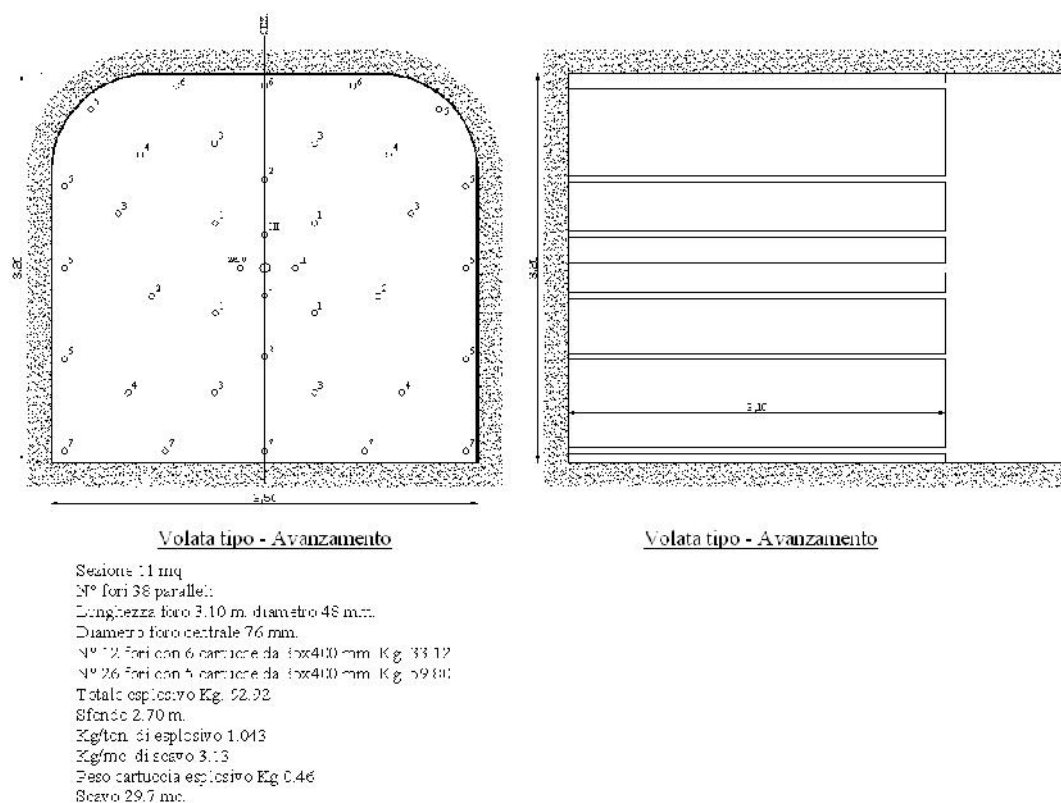


Fig. 41 – Schema della volata di avanzamento

#### 4.3.3 Smarino e trasporto del minerale e dello sterile

Durante la coltivazione non sono previste particolari modifiche alle modalità di estrazione storiche del minerale.

Dalla fine degli anni '80 la galleria di base per le operazioni di smarino dell'abbattuto è il livello 200 (posto a ca. 450 m di profondità da p.c.): con il completamento di armatura, rivestimento e attrezzatura del Pozzo Centrale fino al liv. 60 e con la realizzazione della nuova camera di frantumazione e del nuovo sistema di carico automatico al livello 80, la nuova galleria di carreggio diverrà il livello 100, anche se nelle prime fasi di coltivazione l'utilizzo del livello 200 sarà ancora possibile per i pannelli più alti.

Il minerale abbattuto nel sottolivello viene caricato con pala frontale su dumper e con questo trasportato lungo il piano di coltivazione fino al fornello di getto, ad una distanza che, con l'adozione dei nuovi mezzi elettrici più oltre descritti, potrà essere superiore ai 100-120 m storicamente adottati (funzione della lunghezza del sistema di alimentazione delle pale cavo) e raggiungere anche i 200 m dal fronte di sgombero. Alla base del fornello, tramite una tramoggia azionata ad aria compressa, il minerale viene "spillato" e caricato su vagoni da 8 mc di capacità. Il convoglio, equipaggiato con due locomotori a batteria in testa e in coda, trasporterà il minerale al nuovo silos di scarico del pozzo Centrale, dove il materiale sarà scaricato

tramite un rovesciatore idraulico in una tramoggia che alimenta il frantoio a mascelle della nuova camera di frantumazione. Il minerale frantumato viene quindi trasferito al nuovo sistema di carico degli skip, completamente automatizzato, e quindi portato a giorno.

Le pale caricatori e i dumper elettrici saranno utilizzati anche per la messa a dimora nei vuoti di coltivazione dello sterile di tracciamento e dei sottoprodotti dell'impianto di trattamento del minerale, muovendosi attraverso sottolivelli e rampe.

#### 4.3.4 Ripiena

Per un lungo periodo la coltivazione del sotterraneo è stata condotta per *sub level stoping*, senza ripiena dei vuoti sotterranei.

Si erano quindi venuti a creare dei vuoti estesi centinaia di metri, su un dislivello variabile e con larghezza di 4-6 metri (secondo la larghezza delle gallerie di coltivazione).

Tale situazione ha determinato estesi collassi nelle porzioni superiori della coltivazione, con lo sviluppo di zone di subsidenza che hanno raggiunto il piano campagna, successivamente ripienate con gli sterili provenienti dal pre-arricchimento gravimetrico e dal tracciamento.

Il riempimento dei vuoti di coltivazione in sotterraneo è quindi divenuto parte integrante del ciclo produttivo. Il sistema di coltivazione scelto procede con l'abbattimento dei pannelli, delimitati da sottolivelli, dal basso verso l'alto; questo comporta che, per poter procedere con l'abbattimento di un pannello sia necessario riempire il vuoto generato dalla coltivazione del pannello sottostante.

L'operazione è quindi fondamentale per l'esercizio della miniera e presenta due elementi di criticità:

- a. reperimento del materiale da impiegare come ripiena;
- b. le modalità operative adottate.

Per quanto riguarda il primo aspetto, la resa in minerali mercantili che si può prevedere dal trattamento del minerale grezzo, secondo le ipotesi di progetto, è tale da fornire l'intero fabbisogno di ripiena.

Infatti, se si considerano i dati medi storici di resa del processo di trattamento, ipotizzando il riempimento in ripiena del float e dei fini di flottazione opportunamente miscelati (come di seguito meglio descritto), il volume di materiale medio riavviabile in sotterraneo per il riempimento dei vuoti, a fronte di una produzione media annua di 230.000 t di TV, risulta pari ad oltre 84.000 mc/anno.

PRODUZIONE ANNUA			
	PS [t/mc]	t	mc
TV in banco	2,98	230.000	77.181
TV in sterro	2,00	230.000	115.000
Sink	2,10	48.798	23.237
Fini	2,00	85.522	42.761
Sink+fini	2,03	134.320	66.167
Float	1,70	95.680	56.282
Mercantile CaF <sub>2</sub>	1,70	59.704	35.120
Mercantile PbS	4,00	8.338	2.084
Mercantile sabbie	1,70	20.988	12.346
Limi	1,60	44.610	27.881

Volume totale annuo reimpiegabile in ripiena **84.164**

*Fig. 42 – Calcolo dei volumi di sottoprodotti della lavorazione reimpiegabili in ripiena*

Moltiplicando tale valore per il numero di anni di produzione relativi alla sola fase 1 di sviluppo dell'attività mineraria, si ottengono circa 840.000 mc di materiale utilizzabile.

A fronte di ciò risultano disponibili circa 1.250.000 mc di vuoti di coltivazione, così suddivisi:

- circa 500.000 mc di vuoti esistenti tra il livello 300 e il livello 200 (i vuoti presenti sopra il livello 300 sono inutilizzabili per le problematiche di accesso e instabilità dei cantieri);
- circa 750.000 mc di vuoti derivanti dalle future coltivazioni, secondo il programma di sfruttamento del giacimento di fase 1.

E' dunque evidente la possibilità di ricollocare interamente in sotterraneo i sottoprodotti del ciclo di lavorazione, sia con riferimento all'impianto di prearricchimento che con riferimento a quello di flottazione: qualsiasi altra destinazione di tali materiali sarebbe peraltro letale per la sostenibilità economica dell'iniziativa.

Per quanto riguarda le modalità di messa in posto della ripiena sono possibili varie opzioni.

Storicamente il float prodotto nell'impianto di pre-arricchimento veniva immesso in sotterraneo mediante l'utilizzo di fornelli di getto comunicanti a giorno e la distribuzione nei cantieri mediante treni di vagoni e/o pale gommate, mentre i sottoprodotti del ciclo di lavorazione dell'impianto di flottazione, localizzato ad Assemini, non venivano ricollocati in miniera ma stoccati presso l'impianto di flottazione stesso.

Con la prevista realizzazione del nuovo impianto di flottazione a bocca miniera, più oltre delineata, anche i sottoprodotti del ciclo di lavorazione dovranno essere trasferiti in sotterraneo all'interno dei vuoti, e ciò potrà essere fatto esclusivamente mediante un apposito impianto di miscelazione e pompaggio, in quanto le caratteristiche fisiche e granulometriche degli sterili di flottazione non consentono il semplice getto entro i fornelli esistenti.

Questa necessità si trasforma tuttavia in opportunità nel momento in cui anche il float, in alternativa al trasporto gommato e/o ferrato, viene introdotto nei vuoti con lo stesso impianto di pompaggio dei fanghi, miscelato in proporzioni appropriate con i fini e con acqua per mantenere le caratteristiche di pompabilità dell'impasto.

Le caratteristiche granulometriche del float variano sensibilmente a seconda che il trattamento si avvalga di un tamburo statico o di un separatore dinamico. Nell'impianto è attualmente installato un tamburo statico che tratta granulometrie +15 -75 mm e che, con le modifiche più oltre prospettate (vagliatura ad umido), potrebbe trattare +8 -75 mm; il separatore dinamico tratterebbe invece granulometrie +0.5 - 30 mm;

Il trattamento con metodo dinamico appare più adatto a trattare i grezzi con tessitura più implicata come quelli che ci si aspetta di incontrare sotto il liv. 200 e consentirebbe un migliore arricchimento del materiale che attualmente passa direttamente alla flottazione, con notevoli risparmi nei costi di trasporto e di lavorazione, oltre che con una significativa riduzione degli sterili.

Mentre la messa in posto di una ripiena costituita dal float prodotto con tamburo statico può avvenire esclusivamente tramite i fornelli di getto (la pezzatura è troppo grossolana per pensare all'utilizzo di altri metodi quali pompaggio o trasporto idraulico), il float prodotto con separatore dinamico presenta una curva granulometrica più distribuita, caratterizzata dalla presenza di particelle fini, che come tale può provocare intasamenti dei fornelli a causa della maggiore viscosità e della tendenza del materiale a compattarsi in presenza di umidità.

Poiché l'unico metodo per l'immissione in sotterraneo dei fanghi di risulta della flottazione è il pompaggio, e poiché il float proveniente dal separatore dinamico può essere opportunamente miscelato con i fanghi e con la quantità d'acqua indispensabile a rendere il composto plastico e pompabile mediante pompa a pistoncini, tale sistema è quello che verrà adottato nel progetto di coltivazione del proponente.

Non va inoltre dimenticato che, qualora i fanghi debbano essere additivati preliminarmente alla loro immissione in miniera, il pompaggio allo stato plastico è l'unico possibile.

Occorre comunque tenere presente che i fornelli finora utilizzati per la immissione in sotterraneo del float, a valle degli interventi preparatori di stasatura e consolidamento descritti in precedenza, necessiteranno di manutenzioni continuative, pena la perdita di efficienza. Lo studio della soluzione tecnica definitiva per il

trasferimento in sotterraneo degli sterili di trattamento potrà essere svolta solo in fase operativa, a valle di quell'accesso incondizionato ai livelli della miniera oggetto di intervento che a tutt'oggi non risulta garantito.

A fine attività, una parte dello stesso materiale di ripiena servirà per colmare le vie di comunicazione tra sottosuolo e superficie esterna, operazione che si inserisce nel complesso dei lavori necessari per la messa in sicurezza dell'area della miniera.

#### 4.3.5 Impianti e macchine

Nella miniera di Silius, nonostante la rilevante potenza installata delle varie macchine di ventilazione (oltre 1300 kW), le portate d'aria nei cantieri di produzione non sono mai risultate pienamente compatibili con l'introduzione di mezzi dotati di motori a combustione interna, verosimilmente anche per difetti di progettazione.

Questo è il motivo per cui tutti i mezzi di produzione e di servizio finora impiegati sono dotati di motore elettrico, collegato con cavo ad una presa di corrente fissa o ad una batteria installata sul mezzo.

Ciò rappresenta un notevole limite organizzativo, in quanto la presenza dei cavi limita enormemente la mobilità e la velocità dei mezzi impedendone un utilizzo flessibile e riducendone la produttività. La scarsa mobilità impedisce anche i frequenti interventi manutentivi di cui i mezzi, soggetti ad un utilizzo continuativo ed oneroso, hanno assolutamente bisogno e che devono essere condotti in locali adatti e appositamente attrezzati.

E' intenzione del proponente avviare un progressivo programma di sostituzione dei mezzi elettrici alimentati via cavo con nuovi mezzi (pale LHD, perforatrici DTH, dumper) alimentati interamente a batteria. Le recenti innovazioni tecnologiche del settore stanno infatti portando alla ribalta mezzi di nuova concezione, capaci di operare per diverse ore a pieno regime con alimentazione a batteria (cosa impensabile sino a pochissimi anni fa), dotati di semplici accorgimenti costruttivi per il rapido cambio delle batterie anche in sottosuolo (golfare di sollevamento del blocco e cavo di collegamento stacca/attacca), in modo tale che, mentre la batteria operativa è montata sul mezzo, quella di riserva sia soggetta a ricarica e pronta per il successivo *switch*.

Questa rivoluzione consentirà:

1. il superamento degli annosi problemi di ventilazione;
2. la riduzione sostanziale delle problematiche legate alla rumorosità dei mezzi d'opera;
3. la riduzione delle problematiche correlate all'incremento di temperatura nei cantieri per la presenza dei mezzi in esercizio;



4. l'abbattimento dei costi di manutenzione e gestione dei cantieri (basti pensare ai costi di manutenzione dei cavi di alimentazione delle macchine, ai costi per la posa in opera e la manutenzione delle linee elettriche di alimentazione, ai costi del personale per la movimentazione dei cavi tra un cantiere e l'altro, ecc.);
5. la creazione di un ambiente di lavoro in definitiva più salubre ed efficiente.

La sostituzione, come detto, sarà progressiva: nel transitorio, indicativamente per i primi 3 anni, saranno ancora utilizzati per la preparazione e la produzione, in alcuni cantieri, i pochi mezzi alimentati via cavo ancora efficienti (o comunque recuperabili con interventi di manutenzione ridotti), che poi resteranno nella disponibilità della miniera solo per eventuali emergenze o per particolari attività di supporto.

Sarà altresì possibile, sempre nel transitorio e solo per i mezzi di servizio (per lo spostamento del personale e/o dei materiali), che hanno un basso coefficiente di utilizzo, l'adozione di mezzi diesel catalizzati di nuova generazione, caratterizzati da emissioni notevolmente ridotte; analogamente, per lo spostamento delle macchine elettriche da un cantiere all'altro o nelle aree di manutenzione, al fine di evitare le lunghe e costose operazioni di movimentazione eseguite manualmente con l'impiego di una squadra di almeno 4 operai addetti a passare il cavo da un presa all'altra, è previsto l'utilizzo di gruppi elettrogeni diesel al traino delle macchine o alloggiati nella benna.

Di conseguenza, per la gestione del transitorio, saranno adottati gli accorgimenti di revisione e miglioramento della ventilazione descritti in precedenza, che, successivamente alla riconversione del parco macchine, manterranno la loro utilità ed efficienza a fini di regolazione ottimale dell'afflusso d'aria.

Per quanto riguarda tipologia e numero di macchine complessive che opereranno in miniera, nella **fase 1** di sviluppo del piano di coltivazione si intende innanzitutto modificare l'attuale sistema di smarino e trasporto in livelli e sottolivelli, adottando una configurazione con pala da 3 mc e dumper da 6 mc per ciascun cantiere. Tale sistema consente infatti:

- a. una riduzione del numero di rampe e di fornelli necessari alla coltivazione;
- b. una riduzione degli impianti fissi di alimentazione delle macchine;
- c. una riduzione sostanziale dei tempi del ciclo di produzione (i moderni dumper possono agevolmente carreggiare su distanze di 3-400 m ad una velocità operativa superiore ai 10 km/h);
- d. la possibilità di condividere attrezzature su più cantieri all'occorrenza, grazie alla flessibilità di utilizzo dei nuovi mezzi.



Per produrre circa 1000 ton/giorno di minerale grezzo in due turni di 8 ore, come previsto dal nuovo piano produttivo, occorrono almeno 3 coltivazioni e 2 sottolivelli in esercizio: ciò significa 2 jumbo per la perforazione orizzontale, 3 perforatrici DTH per i fori verticali, una bullonatrice per eventuali consolidamenti, 5 pale LHD da 3 mc per lo sgombero, almeno 3 dumper da 6 mc (tenuto conto delle velocità di avanzamento/produzione previste per il momento si esclude l'adozione di una coppia di mezzi per ogni cantiere) per il trasporto ai fornelli di getto.

Per il carreggio al liv. 100 saranno necessari con 2 convogli composti da 2 locomotori e 8 vagoni da 8 mc ciascuno, per un carico complessivo di circa 100 t.

A ciò si aggiungono i mezzi di servizio, ovvero 1 pala LHD diesel di riserva, 2 locomotori di servizio, 2 mezzi gommati cassonati per il trasporto dei materiali, 2 mezzi gommati per il trasporto del personale

Dal parco macchine esistente (che soffre il prolungato periodo di inattività e di abbandono) si possono recuperare, previa manutenzione, alcune delle unità occorrenti.

Complessivamente, nell'arco dei primi 3 anni di esercizio della miniera, saranno rese operative le seguenti unità:

MACCHINA	MEZZI DI RECUPERO	MEZZI NUOVI
Pale elettriche cavo da 3 mc	3	
Pale elettriche a batteria da 3 mc		4
Pala di servizio diesel		1
Dumper 6 mc		3
Bullonatrice		1
DTH di perforazione	2	2
Jumbo	2	1
Locomotori minerale	2	2
Vagoni minerale	8	12
Locomotori servizio		1
Mezzi di servizio cassonati		2
Mezzi trasporto personale		2
<b>TOTALE</b>		

Fig. 43 – Elenco dei mezzi operativi previsti

Nella **fase 2** di sviluppo, a valle del buon esito della ricerca mineraria, il parco macchine andrà gioco forza rivisto e rivoluzionato soprattutto per ciò che attiene al ciclo di trasporto del minerale, in quanto l'abbandono del sistema di estrazione con pozzi comporterà l'inserimento in miniera di un idoneo numero di dumper di grandi dimensioni per il trasporto del minerale all'esterno lungo la nuova galleria di base, sviluppata per oltre 8 km in direzione di Ballao. Tale revisione generale del sistema di movimentazione sarà, come detto, oggetto di specifico progetto e di addendum dello Studio d'Impatto Ambientale.

#### 4.3.6 Comunicazione e sicurezza

Oltre al potenziamento del sistema di telefonia fissa interna della miniera e del sistema di telecontrollo e sorveglianza del sotterraneo, per l'incremento delle condizioni di sicurezza del personale e per la riduzione delle necessità e dei costi di sorveglianza, è prevista l'installazione del sistema di comunicazione radio adottato nella gran parte delle moderne miniere, basato sulla trasmissione del segnale attraverso un cavo coassiale (montato in tutti i pozzi, livelli, sottolivelli e rampe) dotato di opportune modifiche ed amplificazioni per un'efficiente esercizio. Il personale, dotato di ricetrasmittenti, sarà così in grado di comunicare in tempo reale con la stazione principale esterna da qualunque punto della miniera, inclusi i cantieri più remoti. Sarà anche valutata l'opportunità e la convenienza del controllo e/o azionamento a distanza di macchine e impianti con lo stesso sistema.

#### 4.3.7 Logistica del sotterraneo

Nella **fase 1** di attuazione del progetto di coltivazione, la logistica di accesso al sotterraneo (sistema con pozzi di accesso ed estrazione) non subirà variazioni sostanziali rispetto al layout storico, fatti salvi gli interventi di ripristino e manutenzione straordinaria delle vie di comunicazione storiche attualmente non più efficienti. I diversi pozzi realizzati a Silius hanno avuto, ed hanno tuttora, utilizzi differenti, che saranno sostanzialmente mantenuti. Procedendo da SW a NE:

1. pozzo S'Acqua Frida: approfondito sino al livello 200, storicamente è stato utilizzato per il trasporto delle attrezzature e dei macchinari per il sotterraneo, oltre che per la ventilazione e, in periodi saltuari, anche per l'estrazione del minerale prodotto nei cantieri W. Nella logica progettuale di fase 1, AF manterrà la sua connotazione di pozzo di servizio, grazie anche al miglioramento ed all'ammodernamento dell'impianto di sollevamento precedentemente descritto;

2. pozzo Muscadroxiu: profondo fino al livello 100, è utilizzato principalmente per l'accesso del personale al sotterraneo, oltre che per la ventilazione. Manterrà entrambe queste connotazioni anche nel nuovo layout progettuale, che vede, tra le altre cose, la concentrazione su MX delle attività direzionali e di gestione del personale in passato dislocate anche a GTM;
3. pozzo Centrale: approfondito sino al livello 100, è stato da ultimo l'unico utilizzato per l'estrazione del minerale coltivato; esso consente inoltre l'accesso al sotterraneo (tramite gabbia) del personale e delle attrezzature per i lavori di manutenzione. Tale pozzo continuerà ad essere la via esclusiva per l'estrazione del minerale a giorno, essendone previsti sia il potenziamento che l'approfondimento al livello 60;
4. pozzo G.T.M. (Genna Tres Montis): approfondito sino al livello 150, è stato utilizzato in passato principalmente per il transito del personale; sarà oggetto di un intervento di ripristino complessivo (descritto nei paragrafi che precedono), finalizzato alla ripresa di funzionalità sia per ciò che riguarda l'accesso al sotterraneo che per la ventilazione;
5. fornello Perucci: ubicato presso il limite NE dei tracciamenti sotterranei sino ad ora realizzati, viene mantenuto per la sola finalità di ventilazione della miniera.

L'accesso al sotterraneo da parte del personale, in attesa del ripristino del pozzo GTM, avverrà esclusivamente attraverso il pozzo Muscadroxiu; all'interno della miniera, date le distanze da coprire (fin'oltre 2 km) per recarsi sui posti di lavoro e per il trasporto dei materiali d'uso (ricambi, utensili, varie, etc.), saranno impiegate apposite macchine ferrate a batteria lungo le vie principali.

E' prevista altresì l'introduzione, per i trasporti di maggiori dimensioni, di mezzi gommati a batteria (dumper).

Nella **fase 2** di attuazione del progetto di coltivazione (che non è oggetto del presente SIA), a valle dei riscontri della ricerca mineraria pianificata, tutto il sistema logistico del sotterraneo cambierà radicalmente:

- a. l'accesso dei macchinari al sotterraneo avverrà dalla nuova galleria di base;
- b. il transito del minerale abbattuto caricato su dumper avverrà dalla nuova galleria di base, verso gli impianti di trattamento che saranno trasferiti da Silius a Ballao;
- c. il trasporto in miniera degli sterili di trattamento del minerale avverrà sempre su dumper e sempre per tramite della nuova galleria di base;
- d. verranno abbandonate le linee di eduazione dell'acqua di miniera attualmente esistenti, fatta salva la tratta di rilancio tra il livello 60 ed il livello 100 (ed eventuali altre tratte a profondità maggiori in caso di espansione del giacimento verso il basso);

- e. verrà completamente ridisegnato il sistema di ventilazione, con una riduzione sostanziale dei percorsi in sotterraneo necessari per la manutenzione;
- f. l'accesso del personale operativo al sotterraneo resterà concentrato sul cantiere di Muscadroxiu.

#### 4.3.8 Logistica di superficie

Nella **fase 1** di attuazione del progetto di coltivazione si prevedono:

- a. il mantenimento e la manutenzione delle vie di accesso e di collegamento attuali ai diversi cantieri;
- b. l'adeguamento della viabilità locale presso il pozzo Centrale per l'inserimento del nuovo impianto di flottazione, senza alcuna occupazione di aree esterne a quelle già occupate dagli impianti e dai piazzali esistenti;
- c. la concentrazione sul cantiere di Muscadroxiu degli uffici direzionali, degli uffici del personale, dei servizi, delle officine e dei magazzini principali, ivi incluso il trasferimento di tutti gli archivi presenti a GTM (già in corso).

Il minerale mercantile ed i sottoprodotti di un qualche valore commerciale (es. sabbie) in uscita dall'impianto di flottazione saranno caricati su camion e diretti, attraverso la viabilità esistente, verso il porto di Cagliari o verso le sedi di eventuali utilizzatori finali presenti sul territorio sardo.

Lo sterile proveniente dal prearricchimento (float) o dalla flottazione, opportunamente miscelato come sopra descritto, sarà reimpresso per pompaggio in sotterraneo attraverso il fornello di getto collocato a fianco dell'impianto Sink-Float.

Non verrà invece aperta alcuna nuova via di accesso ai cantieri e/o ai siti di lavorazione.

##### 4.3.8.1 *Dettaglio sull'evoluzione temporale della coltivazione*

Come anticipato, le riserve confermate da tutte le fonti ufficiali ammontano complessivamente a circa 2.100.000 t di minerale estraibile; poiché allo stato attuale delle ricerche viene segnalata la presenza di minerale probabile (124.000 t) e possibile (64.000 t), per un totale di circa 2.300.000 t, si può affermare in prima analisi che la produzione media annua si attesterà a 230.000 ton di tout-venant estratto per una durata



totale di 10 anni. In particolare si otterranno 110.000 t/anno di minerale pre-trattato da avviare alla flottazione, e si otterranno come risultato finale 60.000 ton/anno di fluorite grado acido (tenore al 98%). Sottoprodotto “nobile” del ciclo di produzione è la galena, che da considerazioni su dati storici si attesterebbe intorno a 5.500-7.500 ton/anno; il tenore in Pb della galena a Silius negli ultimi anni oscillava tra 1,5-2,5 %, quindi è ipotizzabile una produzione in piombo pari a 130 ton/anno.

Nella **fase 1** di sviluppo della coltivazione, l'avvio dello sfruttamento sarà necessariamente preceduto dalle grandi preparazioni (creazione degli accessi ai pannelli da coltivare, ripristino/adeguamento/sostituzione di strutture, macchine e impianti, ecc.) come in precedenza descritto.

Vista la rilevanza degli investimenti finalizzati alla ripresa dell'attività produttiva, è possibile distribuirne l'attuazione su almeno 3 esercizi, diluendo lo sforzo finanziario iniziale e limitando l'incidenza degli investimenti sui costi di produzione, fatti salvi tutti quegli interventi (es. nuova camera di frantumazione e carico di pozzo Centrale, acquisto di nuovi mezzi d'opera e riparazione dei mezzi esistenti, ripristino delle vie di carreggio, ecc.) che sono propedeutici a qualsiasi attività di coltivazione e che devono essere messi in atto immediatamente.

La stessa particolare distribuzione spaziale delle masse di minerale da coltivare, distribuite su tre comparti (estremità W, centrale, estremità E) corrispondenti ognuno ad un terzo circa del totale delle riserve stimate (700.000 ton) consente senz'altro una certa flessibilità negli interventi, eventualmente anche ricorrendo al subappalto di alcuni lavori preparatori da completarsi mentre la produzione procede sui pannelli più facilmente attaccabili.

La via principale di estrazione è costituita dal pozzo Centrale che, con il potenziamento e la realizzazione della nuova camera di carico, diventerà il cuore pulsante del sistema: i pozzi AF e MX (ed eventualmente GTM, quando ripristinato) potranno fungere da sistemi di estrazione sussidiari solo per brevi periodi, in occasione di manutenzioni al pozzo Centrale.

Seguendo il criterio sopra rappresentato, a valle delle preparazioni essenziali, si prevede inizialmente la coltivazione dei pannelli presenti ai livelli superiori presso l'estremità W (pannelli 2 e 3 in particolare); in contemporanea, dando per scontata la completa riapertura del livello 200 verso Est (attualmente in corso), si procederà all'attuazione del piano di ricerca mineraria da sotterraneo più oltre descritto.

La produzione vera e propria potrà aver inizio nel secondo anno di attività, quando il livello 100 avrà raggiunto, con la prima rampa, il primo sottolivello dell'area 8 ad ovest del pozzo Acqua Frida.

Via via esaurite, le aree 2, 3, 4, sopra il livello 200 saranno sostituite dalle aree 14, 9, 15, 10 che assicureranno continuità alla produzione insieme con i sottolivelli e le coltivazioni dell'area 8, all'estremo ovest del giacimento. Intanto, il tracciamento del livello 100 verso Est avrà raggiunto e superato la verticale del pozzo



GTM e messo a disposizione le aree 11 e 12. In questo modo sarà garantita la continuità della produzione per tutta la durata dell'attività programmata.

L'esaurimento successivo delle masse di giacimento, procedendo da W verso E, consentirà pure di ridurre le spese di manutenzione ordinaria relative alle gallerie, pozzi e fornelli di servizio propri dei blocchi via via coltivati.

Nel momento in cui l'esito della ricerca mineraria giustificherà l'avvio della **fase 2** di sviluppo del giacimento, la miniera sarà interessata anche dall'attacco del fronte di monte della nuova galleria di base al livello 100, che si staccherà dal livello 100 attuale ad E di GTM. L'attività sarà gestita da squadre dedicate ed anche il piano di ricollocazione dello smarino all'interno dei vuoti di coltivazione od all'esterno della miniera sarà regolato in funzione dell'avanzamento della produzione nel periodo.

Come già detto, gli interventi di fase 2 saranno oggetto di progettazione esecutiva e di analisi di impatto ambientale in una fase più avanzata dello sviluppo dell'iniziativa.

#### 4.4 IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEL MINERALE

##### 4.4.1 Localizzazione degli impianti

Come anticipato, tutti gli impianti necessari all'arricchimento del materiale in uscita dal Pozzo Centrale saranno localizzati, nella **fase 1** di sviluppo del progetto di coltivazione, in prossimità del pozzo stesso, ad una quota di circa 630 m s.l.m.; l'impianto di pre-trattamento o sink-float è già presente in loco, mentre verrà realizzato ex-novo un impianto di flottazione sul piazzale esistente antistante il cantiere, storicamente utilizzato per la logistica (stoccaggi temporanei, stazionamento mezzi d'opera, ecc.).



*Fig. 44 – Vista aerea zenitale del cantiere di pozzo Centrale, con gli impianti esistenti ed il piazzale di miniera*



L'area complessiva occupata dalle attuali installazioni, ivi inclusi piazzali e vie di comunicazione interne al cantiere, ammonta a ca. 2.5 ha: al momento non si prevede alcuna espansione di tale occupazione, né per i nuovi impianti, né per la modifica di quelli esistenti



*Fig. 45 – Vista aerea zenitale del cantiere di pozzo Centrale, con l'inserimento del nuovo impianto di flottazione in corrispondenza dell'attuale piazzale di miniera*

Nella fase 2 del progetto, come anticipato in precedenza, tutti gli impianti di trattamento saranno smontati e trasferiti presso l'imbocco della nuova galleria di base a Ballao, nell'area già identificata allo scopo in accordo con l'Amministrazione comunale, che sarà oggetto di separata progettazione esecutiva e di dedicato Studio d'Impatto Ambientale.

#### 4.4.2 Percorso del minerale

Il minerale in uscita dal pozzo viene scaricato, con una tramoggia, su due differenti nastri: il nastro principale si dirige in direzione NNE al cumulo del tout-venant, per essere avviato al processo di arricchimento; il nastro secondario trasporta invece il minerale verso sud, scaricandolo su di un piazzale per il carico diretto sui mezzi di trasporto (è il nastro storicamente utilizzato per lo scarico del minerale particolarmente ricco, che veniva avviato direttamente alla flottazione ad Assemini, e che nel nuovo layout verrà mantenuto come scarico ausiliario/di emergenza).

Dal cumulo del TV, attraverso un estraattore/alimentatore, il minerale inizia il ciclo di arricchimento transitando inizialmente dal frantoio secondario e dai vibrovagli, e poi alimentando, tramite un nuovo cumulo ed un nuovo sistema alimentatore/nastro, il sink float. Il prodotto del sink float consiste in due categorie di materiali, comprendenti il cumulo sink + fini (alimentato anche direttamente dai sottovagli) ed il cumulo float: il materiale del primo cumulo, in passato, veniva caricato sui mezzi ed avviato alla flottazione di Assemini, mentre il materiale del secondo cumulo (sterile) veniva reimpresso in miniera per le ripiene.

Con la nuova configurazione, il materiale del cumulo sink+fini verrà avviato, sempre con un sistema alimentatore/nastro, all'adiacente nuovo impianto di flottazione, mentre il cumulo float, previa miscelazione con il materiale fine di risulta della flottazione, verrà sempre ritrasferito in miniera per le ripiene.

Il materiale commerciale in uscita dalla nuova flottazione (fluorite grado acido, concentrato di galena, sabbie silicee) verrà caricato sui mezzi di trasporto ed avviato alle destinazioni finali (porto di Cagliari e/o utilizzi diretti sul territorio regionale).

Di seguito sono riportati i dettagli essenziali degli impianti e delle migliorie tecniche e tecnologiche previste dal progetto di ripresa dell'attività mineraria.



#### 4.4.3 Impianto di prearricchimento

##### 4.4.3.1 *La situazione attuale*

La presenza di un impianto di prearricchimento nell'ambito del processo di lavorazione del TV di Silius è essenziale per diversi motivi:

- la riduzione dello sterile presente nel TV (circa il 42% dell'alimentazione);
- il recupero dei minerali utili (gli sterili presentano un contenuto di minerali mercantili molto minore dei *tailings* di laveria);
- la riduzione dei costi di flottazione (minor quantitativo di materiale trattato, tenore maggiore del minerale trattato, incremento del grado dei prodotti mercantili prodotti);
- rende disponibili buona parte degli sterili necessari alle ripiene.

In passato, tutti questi valori aggiunti erano ancor resi ancor più significativi dalla distanza (circa 60 km) tra il sito di prearricchimento ed il sito di flottazione.

Il processo di prearricchimento del minerale inizia subito dopo l'uscita dal pozzo Centrale.

La composizione granulometrica del TV, dopo frantumazione primaria in sottosuolo con frantoio a mascelle, è molto variabile, ma comunque formata da minerale avente dimensioni inferiori a 120 mm. Il minerale, proveniente da diversi cantieri, ha granulometrie e tenori variabili, per cui l'impianto ha la capacità di trattare un materiale avente una composizione mutevole.

Come in parte già anticipato, il TV estratto dal pozzo viene abbancato in un cumulo TV (1), dal quale si alimenta un nastro trasportatore che trasferisce il materiale ad un vaglio alimentatore avente larghezza di maglia pari a 75 mm circa (2). Il sottovaglio cade su un ulteriore nastro (3) e il sopravaglio va ad alimentare il frantoio secondario a mascelle Loro-Parisini (4); il prodotto della frantumazione viene reinviato al nastro (3). Il nastro (3) alimenta un vaglio vibrante a secco avente apertura di maglia di 15 mm: il sottovaglio va direttamente al cumulo Sink + Fini, mentre il sopravaglio, avente classe granulometrica [-75/+15 mm], va al cumulo di alimentazione del Sink-Float. Un nastro da lì porta il materiale ad un vibrovaglio ad umido, che taglia a 8 mm: il sopravaglio alimenta il separatore a tamburo (5) (mezzo denso statico), mentre il sottovaglio viene ulteriormente vagliato ad umido (6), con una dimensione di 1,5 mm.

All'interno del tamburo separatore (5) il materiale, tramite il mezzo denso statico, viene separato in due: il materiale formato dai grani fini e leggeri, viene vagliato ad umido (1,5 mm) (8) per il recupero del mezzo

denso (recuperato tramite cernitrice magnetica e reintrodotta all'interno del tamburo tramite un regolatore di densità), con il sopravaglio avviato direttamente al nastro della ripiena di miniera od abbancato al cumulo del Float; i materiali più pesanti vengono invece inviati ad un altro vibrovaglio ad umido (1,5 mm) (11), da dove il sottovaglio viene avviato direttamente al cumulo Sink+fini, mentre il sopravaglio va nella stessa direzione ma solo dopo una riduzione granulometrica all'interno di frantoio secondario a cono (Granulatore Symons). In tutte queste operazioni si ha un recupero dell'acqua, che viene chiarificata e riutilizzata all'interno dell'impianto.

Dal vaglio (6), il sottovaglio va invece ad alimentare la coclea (7), da dove, con una serie di ciclonature, il materiale viene recuperato ed abbancato al cumulo Sink + Fini (5) (con recupero dell'acqua che viene riutilizzata nel circuito produttivo); il sopravaglio (underflow) va invece direttamente al cumulo Sink + Fini.

Il materiale che non si riesce a recuperare durante la fase di ciclonatura viene inviato al decantatore dei fanghi: questi ultimi hanno infatti un'elevata concentrazione di fluorite (circa il 30 %), ma non possono essere recuperati dalle macchine in quanto aventi una granulometria troppo ridotta; tali fanghi contengono anche elevate quantità di argilla e di minerali di ganga molto fini.

Di seguito si riporta lo schema sintetico del trattamento, con le numerazioni dei vari impianti sopra indicate.

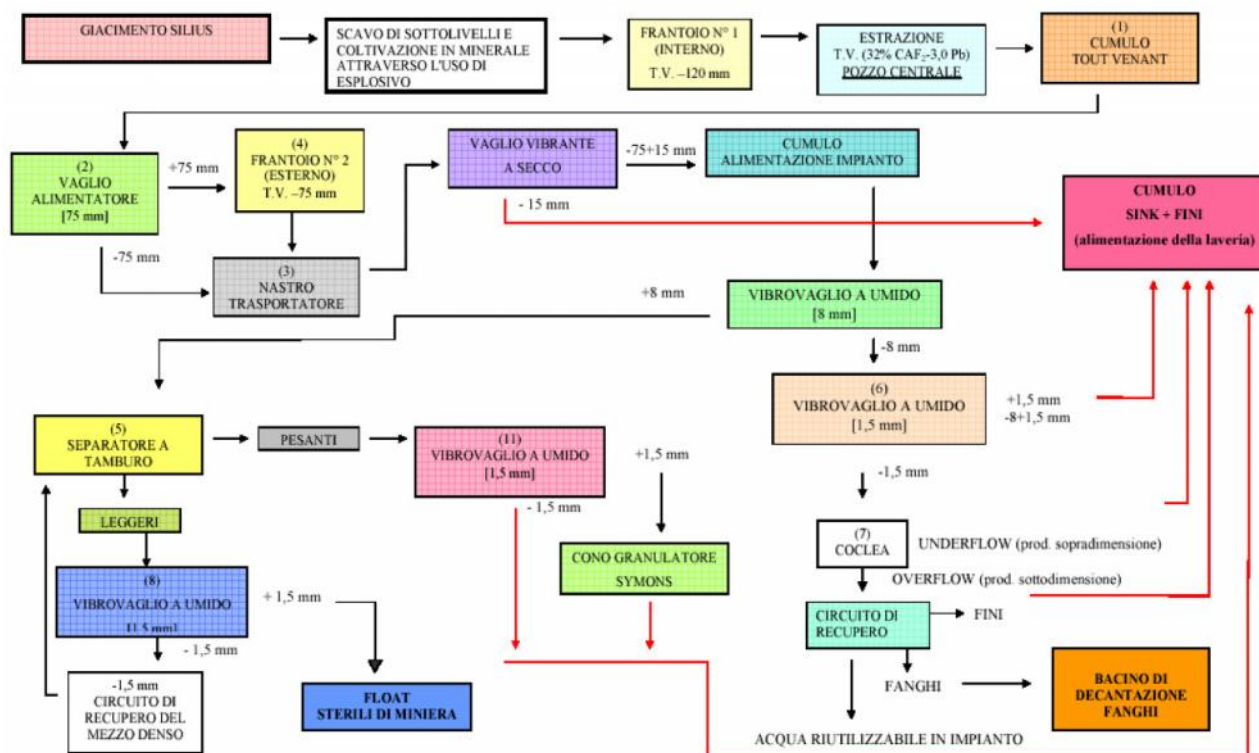


Fig. 46 – Schema dell'attuale processo di prearricchimento del minerale

L'immagine seguente mostra invece il bilancio materico dell'impianto di arricchimento attuale, basato sulle statistiche storiche di produzione:

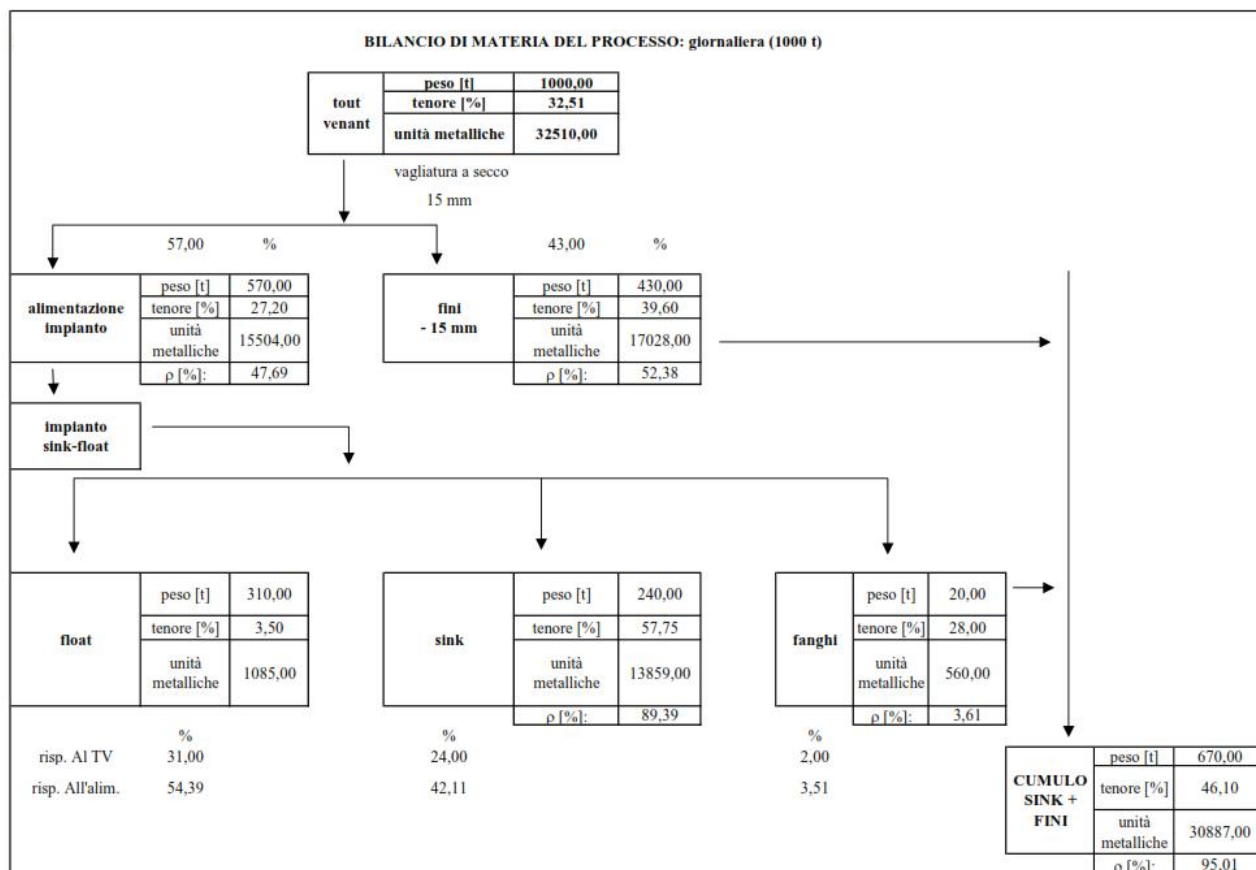


Fig. 47 – Bilancio di materia del processo di prearricchimento attuale

Si nota come, a fronte di 1000 t di TV in ingresso (produzione giornaliera) con tenore medio di 32.51% in fluorite, si producano 670 t di preconcentrato con un tenore medio del 46.1% in fluorite (avviate alla flottazione), 310 t di float con tenore medio in fluorite del 3.5% (avviate alle ripiene) e circa 20 t di fanghi con tenore medio in fluorite molto elevato (28%) (avviate alla flottazione con non indifferenti difficoltà di trasporto in fase liquida).

Come gli altri impianti della miniera, il prearricchimento è ormai fermo da parecchi anni e allo stato di degrado determinatosi durante questo tempo sono andati ad aggiungersi ulteriori danni a causa, in occasione di precipitazioni intense, della saltuaria esondazione delle acque superficiali degli impluvi che confluiscono nella valletta in cui l'impianto è stato edificato.

#### 4.4.3.1 Limiti tecnici e tecnologici dell'impianto attuale

I principali limiti tecnici dell'impianto, a valle delle oggettive difficoltà indotte dalla variabilità del tenore e della composizione del giacimento con la profondità e da cantiere a cantiere, riguardano essenzialmente:

1. la vagliatura a secco adottata in ingresso all'impianto: ciò comporta l'adozione di maglie di maggiori dimensioni (15 mm) rispetto a quelle teoricamente possibili ad umido (5-6 mm), in quanto il TV di Silius, caratterizzato da un significativo tasso di umidità e da un discreto contenuto di argilla, non può essere separato in modo efficiente a dimensioni inferiori della maglia. Ciò determina ovviamente volumi più limitati di minerale avviato al prearricchimento, con aggravio di costi connessi all'invio in flottazione di maggiori volumi di materiale caratterizzati da più bassi tenori di partenza;
2. la mancanza di un sistema di filtratura dei fanghi, capace di ridurre il quantitativo di materiale allo stato fluido avviato alla flottazione, di garantire un trasporto più semplice del concentrato allo stato plastico e recuperare un maggior quantitativo di acqua da reinviare al processo produttivo;
3. la modesta efficienza di un sistema di separazione realizzato esclusivamente con tamburo statico, funzionale per giacimenti con implicazione non spinta tra minerale utile e materiale di ganga: a Silius le variazioni composizionali del filone con la profondità mostrano una microimplicazione sempre più diffusa tra fluorite, calcite e silice, ragion per cui, per raggiungere un tenore più elevato di prearricchito, andrebbe valutata la possibilità di inserire un separatore dinamico, capace di trattare granulometrie dell'ordine di 0.5-30 mm (contro gli 8-70 mm del tamburo statico attuale), con conseguente affiancamento di un nuovo granulatore per raggiungere le dimensioni necessarie per l'alimentazione del separatore;
4. l'inadeguatezza delle opere di raccolta e smaltimento delle acque superficiali, testimoniata dai danni subiti dagli impianti e dai fabbricati in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi (es. alluvione 2016). E' infatti manifesta l'insufficienza della sezione di deflusso della tubazione che raccoglie le acque degli impluvi posti monte di pozzo Centrale, per poi convogliarle a valle degli impianti con un percorso in sotterraneo al di sotto del piazzale di miniera, ma è altresì evidente la totale assenza di opere di regimazione idraulica lungo i citati impluvi, con frequente innesco di fenomeni erosionali e di presa in carico di detrito che va a scaricarsi nell'area degli impianti.

Tali limiti, già evidenziati nei Piani Industriali pregressi antecedenti il fermo miniera, sono oggettivi e condivisi anche dal proponente.

#### 4.4.3.2 *Interventi di ripristino e miglioramento dell'impianto attuale*

L'impianto attuale, nella **fase 1** di sviluppo del progetto di coltivazione, non verrà sostituito, ma ripristinato ed ammodernato.

Per ciò che riguarda gli interventi di ripristino, si provvederà

1. alla regimazione delle acque superficiali nell'intorno del cantiere, da un lato mediante un piano di manutenzione e pulizia degli alvei degli impluvi confluenti a monte degli impianti, dall'altro mediante un nuovo sistema di intercettazione e convogliamento delle acque a valle dei cantieri, con l'inserimento di soglie a trappola con pozzi di carico al limite di monte dell'area ed al rifacimento delle tubazioni interrato di smaltimento. Queste ultime saranno, a differenza del passato, indipendenti per l'impluvio in arrivo da W e quello in arrivo da SE, e saranno realizzate con spezzoni di idoneo diametro in PEAD, percorribili anche ad opera di mezzi di ispezione ed intervento telecomandati, da dimensionarsi sulle portate di piena degli impluvi, con pozzetti di ispezione ogni 50 m;
2. alla necessaria manutenzione straordinaria delle carpenterie, specie nelle parti più danneggiate dagli eventi alluvionali, con verifica di tutti i reticolari di sostegno e riparazione o sostituzione di passerelle, ringhiere e passacavi ammalorati;
3. al riefficientamento di tutti i nastri, con sostituzione dei rulli e dei tappeti;
4. alla realizzazione di una nuova cabina elettrica, all'installazione della nuova quadristica di alimentazione e controllo ed alla revisione di tutto il sistema di distribuzione, in parte da realizzarsi con il materiale tuttora efficiente proveniente dallo smantellamento della laveria di Assemini (soggetto a vincolo pertinenziale);
5. alla revisione meccanica completa di vagli e tramogge, che si ritiene comunque possano essere recuperabili;
6. alla verifica e puntuale riparazione o sostituzione dei sistemi di alimentazione alla base dei cumuli TV, sink float e sink+fini.

Per quanto riguarda invece gli interventi di ammodernamento e miglioramento di processo, si prevedono:

1. l'inserimento della vagliatura a umido in ingresso all'impianto, mediante la sostituzione della superficie vagliante (nuova maglia 8 mm), l'installazione degli spruzzatori d'acqua e il posizionamento di una coclea addensatrice a valle del vaglio;



2. l'inserimento di una filtropressa per la disidratazione dei fanghi generati a fine processo, ricchi in fluorite ma con percentuali di acqua pari al 65-70% in volume, difficili da palare e trasportare alla flottazione e difficili da gestire (in tema di contenimento, percolazione, necessità di superfici impermeabili, ecc).

Viene invece rimandato ad eventuali ulteriori approfondimenti la sostituzione (o l'affiancamento) dell'attuale sistema di separazione con tamburo statico con un separatore dinamico, in quanto i dati e le informazioni al momento disponibili non consentono scelte univoche e documentate in tal senso.

Gli schemi di processo e di bilancio materico che seguono, già delineati nel Piano Industriale FDS del 2007, risultano ancora attuali e condivisi anche dal proponente.

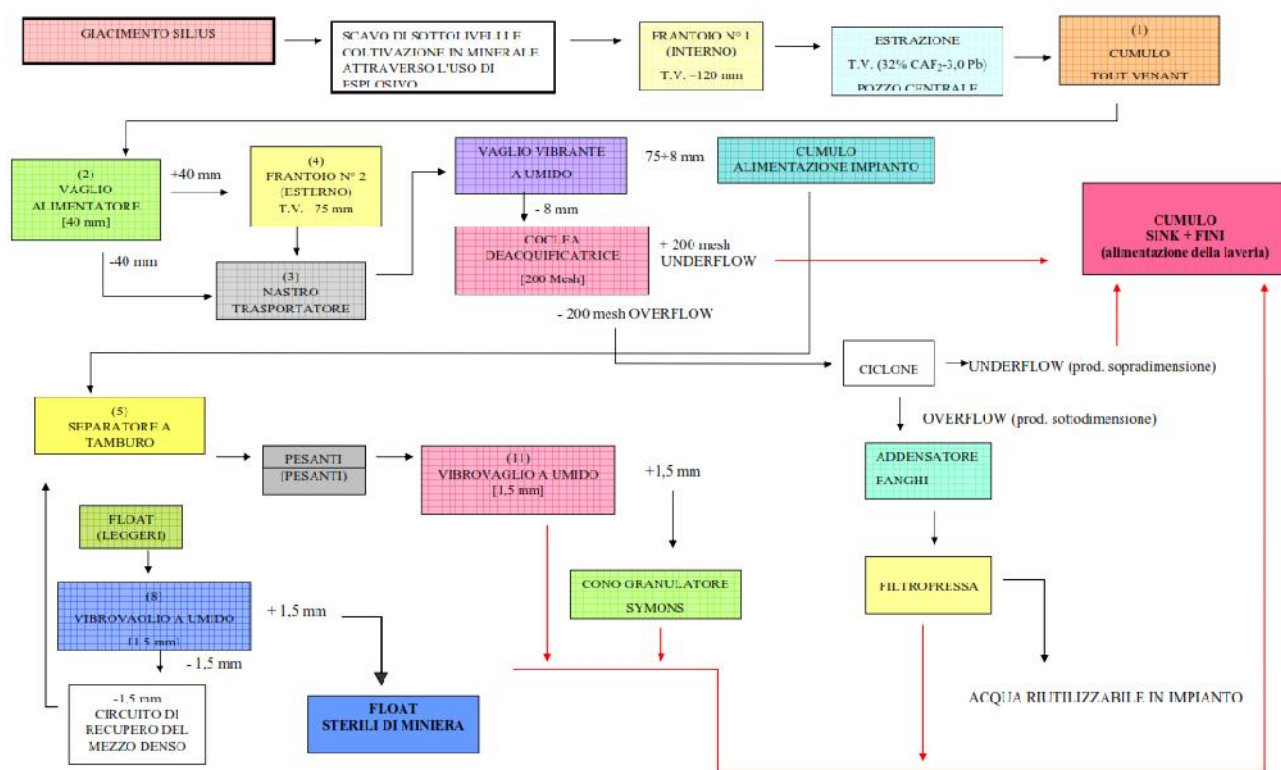


Fig. 48 – Schema del processo di prearricchimento del minerale a seguito delle modifiche previste

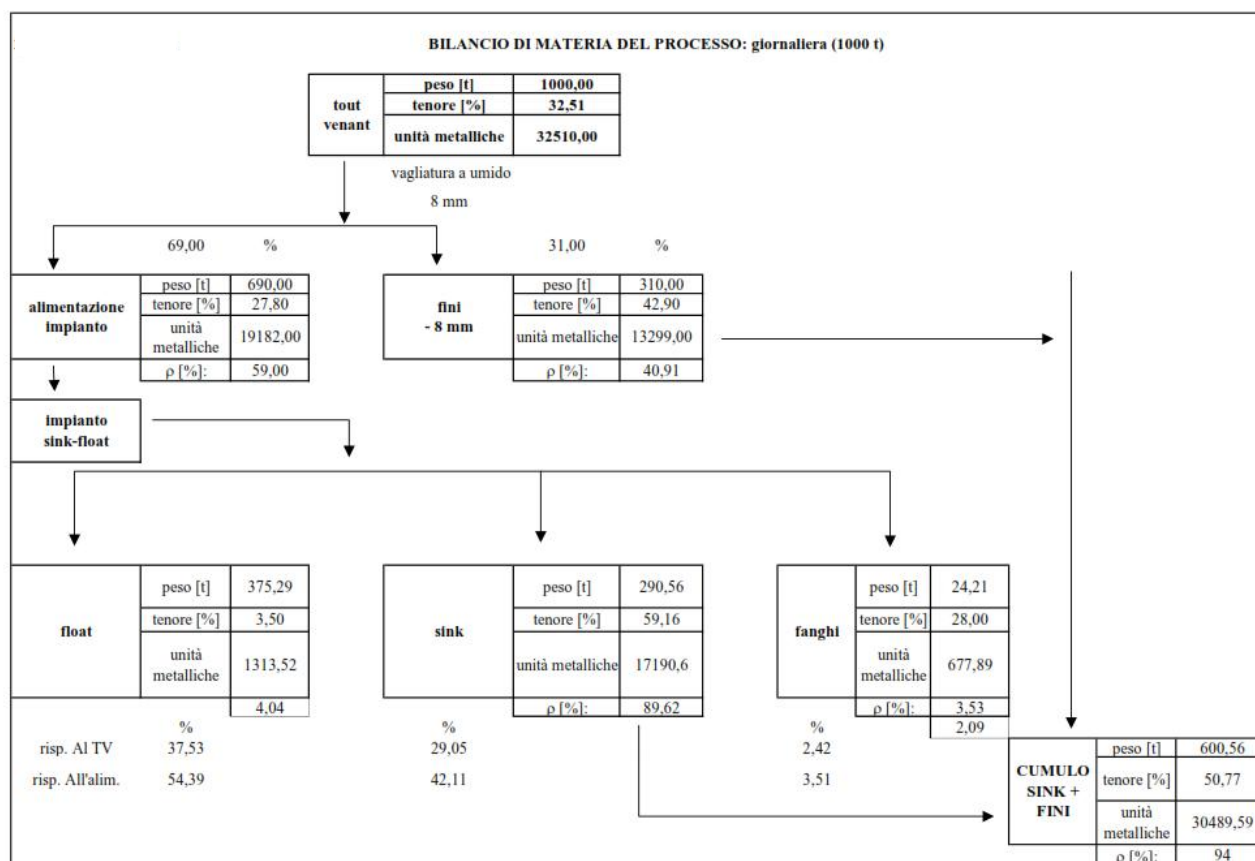


Fig. 49 – Bilancio di materia del processo di prearricchimento a seguito delle modifiche previste

#### 4.4.4 Impianto di flottazione

Con l'abbandono della laveria di Assemini, sostanzialmente irrecuperabile, antieconomica, sovradimensionata e collocata in un'area ambientalmente sensibile, si è posto il problema della realizzazione di un nuovo impianto di flottazione.

La necessità, sia per ragioni tecniche che economiche, di concentrare tutte le lavorazioni a bocca miniera, si traduce nell'intenzione del proponente di realizzare il nuovo impianto, nella **fase 1** di sviluppo della coltivazione, presso il pozzo Centrale che, come visto in precedenza, rappresenterà, specie dopo il potenziamento in progetto, il cuore del sistema di estrazione del minerale dal sottosuolo.

##### 4.4.4.1 Il procedimento storico

Il sistema di prearricchimento generava un preconcentrato con un  $d_{80}$  di circa 20 mm ed una composizione media che titola il 4% di Pb ed il 50 % di  $\text{CaF}_2$ , con presenza di scarsa barite e abbondante ganga silicatico-carbonatica. La composizione media del prearricchito in ingresso all'impianto di flottazione era la seguente:

Prodotti	Tenori%
$\text{CaF}_2$	42-55
Pb come PbS	2-5
$\text{BaSO}_4$	1-4
$\text{CaCO}_3$	8-10
$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$	8-10
$\text{SiO}_2$	25-35
FeOx	2-3
Zn	0,5-1

Fig. 50 – Composizione media storica del prearricchito in ingresso all'impianto di flottazione

All'ingresso all'impianto di flottazione il materiale veniva macinato ad umido, in un circuito chiuso con un sistema di classificazione idraulica mediante idrocycloni. Ad Assemini l'acqua necessaria per la costituzione delle torbide di alimentazione proveniva dal riciclo delle acque di processo e, in parte minore, da pozzi in falda.

La composizione granulometrica media dell'*overflow* della ciclonatura cadeva normalmente in un fuso granulometrico caratterizzato dai seguenti limiti:

- 85-89% di passante alla dimensione di 0,2 mm;
- 72-76% di passante alla dimensione di 0,15 mm;
- 54-58% di passante alla dimensione di 0,074 mm;
- 39-43% di passante alla dimensione di 0,045 mm.

Il solido di alimentazione veniva avviato innanzitutto al circuito di sgrossamento della galena, dove la galena e gli altri solfuri metallici venivano separati dalla fluorite, contenuta nel rifiuto che andava ad alimentare il circuito fluorite. La galena veniva successivamente concentrata con un ciclo di 3 rilavaggi, finalizzati alla separazione della galena dagli altri solfuri di scarso significato economico e da diverse impurezze (es. pirite). Il circuito fluorite prevedeva invece una sgrossatura iniziale avente l'obiettivo di scartare nel rifiuto la maggior quantità possibile dei minerali di ganga, per poi passare a 6 cicli di rilavaggio capaci di incrementare il tenore della fluorite sino ai valori minimi richiesti dal mercato.

In tutti i circuiti la flottazione veniva condotta a pH naturale (circa neutro), come risultava dalla costituzione della torbida costituita da acqua di falda, minerale macinato e reagenti di flottazione.

In normali condizioni di funzionamento i flussi in uscita dall'impianto erano costituiti dal prodotto di rifiuto del primo ripasso del flottato galena, dallo sterile definitivo rilasciato dal circuito di sgrossatura della fluorite e dai rispettivi concentrati di galena e di fluorite.

I concentrati prodotti dalle celle rifinitrici dei circuiti di flottazione, in torbida, venivano addensati e filtrati con filtri a tamburo (fluorite) e a dischi (galena), e l'acqua di deumidificazione veniva recuperata e reinviata nei circuiti di flottazione.

Le torbide di rifiuto della fluorite e della galena venivano invece sottoposte ad un processo di depurazione, mediante un idrociclone che separava la parte di solido più grossolana (underflow), che veniva messa a stock per un eventuale impiego, dalla parte più fine (overflow), che veniva addensata in un Dorr con l'uso di flocculanti. Lo sfioro del Dorr veniva ulteriormente decantato in una vasca il cui sfioro, attraverso un passaggio intermedio in un bacino sterili, veniva scaricato.

La parte solida decantata nel Dorr veniva invece definitivamente deumidificata con una filtro-pressa e messa a stock per essere smaltita.

Per gestire il processo di flottazione era ed è indispensabile l'utilizzo di appositi reagenti che condizionano, nei passaggi da una sezione di celle ad un'altra, la superficie dei grani di minerale rendendoli flottabili (cioè idrofobi, che aderiscono alle bolle d'aria generate all'interno della cella con adatti schiumogeni) o bagnabili (cioè idrofila, che non aderisce alle bolle d'aria e si accumula sul fondo della cella). I prodotti così differenziati all'interno della cella vengono separati recuperandoli su circuiti diversi: i concentrati, trascinati con le

schiume, proseguono in altre celle per affinare la concentrazione fino al raggiungimento degli standard di mercato; gli sterili proseguono nelle celle destinate a recuperare i prodotti utili residui ed a separare i reagenti di condizionamento ai fini del loro riutilizzo.

La tipologia e la quantità dei reagenti dipende dai minerali da separare, dalla loro granulometria e dalla loro microimplicazione, al punto che non esiste una combinazione di reagenti valida per tutti i grezzi della medesima specie mineralogica, essendo necessari lunghi test e sperimentazioni per trovare la formulazione giusta (in termini di praticità e di costo).

Il processo produttivo storico prevedeva l'utilizzo di diversi reagenti, addizionati nei diversi passaggi del ciclo alla torbida:

Reagente	Effetto	Tipologia
Amil/Etilxantato di K	collettore galena e solfuri	organico
Solfato di Na	deprimente pirite	inorganico
Tall oil	collettore fluorite	organico
Silicato di Na	deprimente silice	inorganico
Bicromato di Na	deprimente barite	inorganico
Tupasol (tannino)	deprimente calcite	organico
Amido di mais	gel raccolta schiume	organico
Soda caustica	correttore pH	inorganico

*Fig. 51 – Tipo e funzione dei reagenti storicamente adottati nel processo di flottazione*

Storicamente al termine del processo si ottenevano dei prodotti con le seguenti caratteristiche:

Fluorite	%	Galena	%
CaF <sub>2</sub>	96.5-97.5	Pb	65-70
SiO <sub>2</sub>	< 1.3	Ag	20-160 ppm
CaCO <sub>3</sub>	< 1.5	Cu	0.1-0.3
Ba	< 0.3	F	0.3-0.4
SO <sub>3</sub>	< 0.3	Zn	4-5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 200 ppm	H <sub>2</sub> O	< 9
H <sub>2</sub> O	< 9		

*Fig. 52 – Composizione media storica del prodotto in uscita dall'impianto di flottazione*

#### 4.4.4.2 Miglioramenti del processo produttivo

Nella progettazione di un nuovo impianto si terrà conto dei miglioramenti del circuito già delineati nel Piano Industriale FDS del 2007, che sono condivisi dal proponente. In particolare:



1. il condizionamento della torbida con i reagenti di processo deve avvenire a monte dell'ingresso della torbida stessa nelle celle di flottazione, diversamente da quanto avveniva nell'impianto di Assemini dove il condizionamento interessava direttamente le celle;
2. va previsto l'inserimento, nel circuito galena, di un piccolo circuito supplementare per il trattamento dei misti (rifiuto del 1° ciclo di rilavaggio galena), per un maggior recupero di galena ma anche e soprattutto per la conseguente riduzione di PbS nelle sabbie e nei fanghi sterili, fondamentale per le tematiche di ripompaggio degli sterili in sotterraneo (in modo, cioè, che gli eluati non superino le concentrazioni di legge);
3. va previsto l'addensamento dello sfioro del Dorr, con recupero della fluorite e dei reagenti sospesi nella schiuma e con conseguente recupero dell'acqua reinviata ai circuiti di rilavaggio.

Nell'ambito della revisione del processo produttivo, che sarà condotta con le prove sul prearricchito sopra richiamate (ad oggi non possibili per le ragioni già ricordate), saranno testati nuovi reagenti meno dannosi per l'ambiente e completamente biodegradabili, nell'ottica di abbattere i costi di trattamento delle acque e di minimizzare gli impatti ambientali connessi.

#### 4.4.4.3 *La nuova laveria*

Le linee fondamentali di progettazione del nuovo impianto sono così riassumibili:

- a. dimensione minima necessaria degli edifici in rapporto al piano di produzione, in modo da contenere i volumi entro le aree già occupate dagli insediamenti minerari esistenti, evitando qualsiasi interferenza con ambiti naturali. Tale obiettivo è perseguito anche ottimizzando il sistema impiantistico all'interno dell'edificio, sfruttando al massimo l'altezza del fabbricato ed organizzando il ciclo di lavorazione su 2/3 livelli;
- b. copertura (tetto e pareti) degli edifici in modo da limitare le problematiche connesse al rumore ed alla produzione di polveri (sebbene l'impianto si trovi in un contesto già industriale e molto lontano da centri abitati o edificati residenziali significativi);
- c. massima integrazione con l'impianto di prearricchimento e con i sistemi tecnologici di miniera già esistenti, al fine di limitare le nuove installazioni e di ottimizzare tempi e costi di trattamento;

- d. riuso degli equipaggiamenti della laveria di Assemini ancora utilizzabili (nello specifico, mulini di macinazione primario e secondari, cabine/quadri MT e power center BT, pompe recuperabili macinazione/flottazione/filtrazione, filtropressa e ispessitore fanghi)
- e. modularità degli impianti, in modo che il loro dimensionamento sia adeguabile ad eventuali variazioni di produzione o di processo con flessibilità ed a costi ridotti;
- f. mobilità degli impianti, in modo che le strutture portanti, le coperture, i blocchi di lavorazione e gli impianti tecnologici risultino completamente e facilmente montabili, smontabili, rimovibili e ricollocabili in altro sito (elemento fondamentale per il passaggio dalla fase 1 alla fase 2 del progetto di coltivazione);
- g. riciclo integrale dei sottoprodotti della lavorazione in ottica di economia circolare, al fine di minimizzare la produzione di scarti di lavorazione da destinare all'esterno delle aree di miniera e minimizzare lo sfruttamento delle risorse naturali;
- h. inserimento di impianti di autoproduzione energetica, nell'ottica di massimizzare le opportunità di autoconsumo sia per gli impianti di superficie che per quelli in sotterraneo ed ottenere significativi risparmi sui costi di gestione;
- i. adozione di tecnologie innovative finalizzate all'efficientamento della produzione, alla riduzione dei rifiuti, alla diminuzione dei consumi energetici, al miglioramento della sicurezza e delle condizioni di lavoro del personale, alla salvaguardia dell'ambiente circostante l'impianto.

Su queste basi, per definire il dettaglio del processo e degli impianti di lavorazione, si è proceduto, come anticipato in premessa, all'acquisizione di campioni di prearricchito per la loro analisi composizionale e per l'esecuzione di test di flottazione finalizzati alla selezione del processo di trattamento più idoneo ed efficiente rispetto alle caratteristiche medie del minerale estratto (tenuto anche conto che lo schema funzionale della laveria storica si riferisce tecnologicamente agli anni '80-'90, e che nel frattempo sono intervenute innovazioni di processo e di materiali che non possono essere ignorate).

Purtroppo, come già ricordato, il materiale prelevato presso la laveria di Assemini, su indicazione dell'attuale soggetto titolare della miniera, è risultato avere tenori largamente al di sotto delle attese, con conseguente impossibilità di conduzione di test attendibili.

Attualmente è in corso, sempre da parte del personale di miniera, la selezione, fra il materiale residuale stoccato ad Assemini, di nuovi campioni idonei alle analisi necessarie.

In questo contesto, il proponente si è confrontato con diverse ditte produttrici di sistemi di arricchimento del minerale, definendo, sulla base del procedimento storico, un primo dimensionamento degli edifici e delle

strutture della nuova flottazione, senza tuttavia entrare nel merito del processo di trattamento e del dettaglio macchine.

Prevedendo comunque il progetto la realizzazione di un nuovo fabbricato per l'inserimento dell'impianto, ed essendo tale fabbricato interamente chiuso e dimensionalmente idoneo ad accogliere l'impianto a prescindere dai particolari impiantistici interni, si ritiene che le informazioni disponibili possano essere sufficienti per le finalità del presente Studio d'Impatto Ambientale.

I nuovi edifici previsti, nella fase 1 del progetto di coltivazione, saranno realizzati tutti sul piazzale di miniera antistante l'impianto sink-float di pozzo Centrale. Saranno realizzati con struttura portante in travi reticolari d'acciaio, coperture piane in lamiera rinforzata e isolata (avente capacità di carico idonea ad accogliere gli impianti fotovoltaici previsti sul tetto) e pareti in pannelli sandwich prefabbricati coibentati montati direttamente sulle strutture portanti. Nello specifico sono previsti:

1. edificio principale, contenente l'impianto di flottazione, di dimensioni indicative 40 x 25 m ed altezza al colmo pari a 15 m, contenente l'impianto di flottazione organizzato su struttura multi-livello ed alimentato direttamente dal nastro di output del prearricchimento. In prima analisi il layout di trattamento, previsto per trattare circa 150.000 t/anno di prearricchito, prevede un edificio da sviluppare in tre livelli:
  - livello terra per pompe e dispositivi di stoccaggio e dosaggio additivi
  - livello primo a circa 4 m di altezza per installazione celle di flottazione e condizionatura
  - livello secondo a circa 8 m di altezza per installazione cicloni

Il cuore dell'impianto sarà costituito da blocchi modulari di celle di flottazione e condizionatori, che potranno adattarsi in numero e caratteristiche a diverse condizioni del minerale in ingresso.

Il consumo idrico complessivo, escluse le acque di riciclo diretto, è stimato in 120 mc/ora, in gran parte riciclabile con un sistema di trattamento adeguato e, per la piccola parte non di recupero, interamente coperto dalle acque di eduazione della miniera;



*Fig. 53 – Estratto fotoinserimento del nuovo impianto di flottazione di pozzo Centrale*



*Fig. 54 – Vista di un moderno impianto di flottazione multilivello*



2. edificio secondario, contenente gli impianti di servizio ed il sistema di trattamento acque e disidratazione fanghi, di dimensioni indicative 20 x 20 m e di altezza al colmo pari a 15 m, con caratteristiche costruttive del tutto identiche a quello dell'edificio principale, al quale si affianca sul lato W;



*Fig. 55 – Batteria di filtropresse per la disidratazione dei fanghi*

3. depositi dei minerali e degli inerti mercantili, realizzati sotto forma di tettoie di grandi dimensioni al di sotto delle quali verranno scaricati i diversi prodotti della lavorazione: in prima analisi si individuano tre fabbricati distinti, destinati rispettivamente allo stoccaggio del concentrato di fluorite, del concentrato di galena e delle sabbie silicee ottenute come sottoprodotto dalla lavorazione; le dimensioni previste sono di 12 x 12 m in pianta e 15 m in altezza, con possibilità di modulazione degli spazi e della posizione reciproca degli accumuli in funzione di esigenze specifiche di produzione (o di progettazione, nel momento in cui i parametri tecnici d'impianto saranno definiti in dettaglio).

#### *4.4.4.1 Gli impianti di autoproduzione energetica*

Con la progressiva conversione a batteria di tutti i mezzi di sotterraneo, con la realizzazione del nuovo impianto di flottazione e con la riattivazione e l'ammodernamento di tutti i sistemi di alimentazione elettrica degli impianti di estrazione, trasporto e prearricchimento del minerale, la potenza complessiva installata presso la miniera di Silius subirà, rispetto al passato, un incremento significativo, impegnando diversi MW. Se da un lato, per la sicurezza dell'approvvigionamento, sarà necessario il superamento dell'obsoleta rete di distribuzione interna, provvedendo all'allaccio diretto alla rete ENEL di tutti i cantieri, dall'altro è evidente come vadano sviluppate iniziative di autoproduzione energetica, rigorosamente da fonti rinnovabili (in



coerenza con l'approccio generale di ammodernamento impiantistico), capaci di abbattere significativamente la bolletta energetica, il cui peso, nel piano economico di lungo termine, è rilevante.

Il primo intervento in tal senso, che è anche quello più rapidamente attuabile, prevede l'installazione sul tetto piano del gruppo di edifici del nuovo impianto di flottazione, di superficie complessiva pari a circa 1800 mq, di un impianto fotovoltaico da 250 kWp, capace di coprire una parte significativa dei consumi dell'impianto stesso.

L'impianto sarà realizzato con moduli di silicio policristallino e inverter di fabbricazione europea, installati su cavalletti metallici con tilting pari a 12° circa e orientamento a S; lo storage sarà effettuato con sistemi di accumulo di ultima generazione.



*Fig. 56 – Estratto fotoinserimento del nuovo impianto di flottazione di pozzo Centrale, con evidenza dell'impianto fotovoltaico a tetto*



*Fig. 57 – Dettaglio delle modalità di posa su cavalletto dei pannelli FV a tetto*

Saranno studiati anche impianti di dimensioni minori per l'alimentazione diretta dei servizi (specie al cantiere Muscadroxiu).

Per la copertura dell'intero fabbisogno energetico della miniera (o della maggior parte di esso) è comunque necessaria l'installazione di ulteriore capacità produttiva: la soluzione che appare più praticabile è quella della realizzazione di un piccolo parco eolico (indicativamente 4-5 torri da 2 MW), sia per la possibilità di realizzare simili infrastrutture per autoconsumo nell'ambito della concessione mineraria, sia per l'efficacia di tale soluzione in zona, già testimoniata dalla presenza del vicino parco eolico Fri-El di San Basilio (il crinale di PC-GTM era tra i siti monitorati prima della realizzazione di tale parco).

In virtù della specifica normativa sul tema, la realizzazione di tale impianto sarà comunque oggetto di procedura autorizzativa ed ambientale separata, con istruttoria specifica. Quello che per il momento si ritiene necessario evidenziare è la limitazione dell'impianto ai fabbisogni reali, presenti e futuri, dell'iniziativa di produzione mineraria, senza intenti speculativi ed in conformità alle capacità della rete di trasmissione locale: si tratta di un elemento essenziale per la sostenibilità economica di lungo termine dell'iniziativa.

#### 4.5 IMPIANTI DI EDUZIONE, TRATTAMENTO E DISTRIBUZIONE ACQUE

Storicamente le acque utilizzate per i cicli di lavorazione di superficie a Silius (prearricchimento sink-float in particolare) e per le necessità del sotterraneo, sono le acque di eduazione della miniera, mentre i servizi di superficie (uffici, bagni, spogliatoi, officine, ecc.) sono prevalentemente alimentati da piccole emergenze sorgentizie presenti nell'intorno dei singoli cantieri, con sistemi dedicati di adduzione e accumulo.

Con la realizzazione del nuovo impianto di flottazione a bocca miniera, i quantitativi idrici necessari per le lavorazioni in sito sono destinati ad aumentare: non rilevandosi la possibilità di incremento del prelievo (per i limiti fisici degli acquiferi rappresentati nel quadro idrogeologico di par. 2.2.5), è fondamentale implementare tutto il sistema di eduazione, collettamento e distribuzione delle acque con un adeguato sistema di riciclo, eliminando le attuali inefficienze.

Per far ciò, tutti i sistemi di approvvigionamento (eduazione da miniera, collettamento acque di piazzale, riciclo acque di processo) saranno resi intercomunicanti, in ciclo chiuso, e l'eventuale destinazione di acque eccedenti verso l'ambiente esterno potrà avvenire esclusivamente tramite l'impianto di trattamento chimico-fisico di GTM, che rappresenterà il recapito finale di qualsiasi deflusso in uscita dalle aree minerarie interessate dai lavori.

##### 4.5.1 Impianto di eduazione delle acque di miniera

Attualmente l'eduazione delle acque di miniera avviene a partire dal punto più profondo raggiunto dai lavori minerari, al Livello 60 di Pozzo Centrale, dove è posizionata la pompa di rilancio delle acque provenienti da tutti i cantieri, che convoglia le acque ad un primo sistema di accumulo e ripompaggio al Livello 150 e da qui ad una seconda camera pompe al Livello 350, da dove tutta l'acqua è convogliata all'esterno negli impianti di Pozzo Centrale.

La portata d'eduazione da Pozzo Centrale varia in media durante l'anno tra gli 800 e i 1300 m<sup>3</sup>/giorno (9-15 l/s), valore indice di una miniera sostanzialmente asciutta, con circolazione idrica modesta se rapportata alla dimensione del filone mineralizzato e degli ammassi rocciosi fratturati interessati dalla coltivazione.

Le acque edotte vengono raccolte nei 2 vasconi presenti a monte del cantiere (dimensioni 15 x 12 x 3, per una capacità complessiva di circa 1000 mc), che, come si vedrà dopo, raccolgono anche il collettamento delle acque meteoriche zenitali di piazzale.

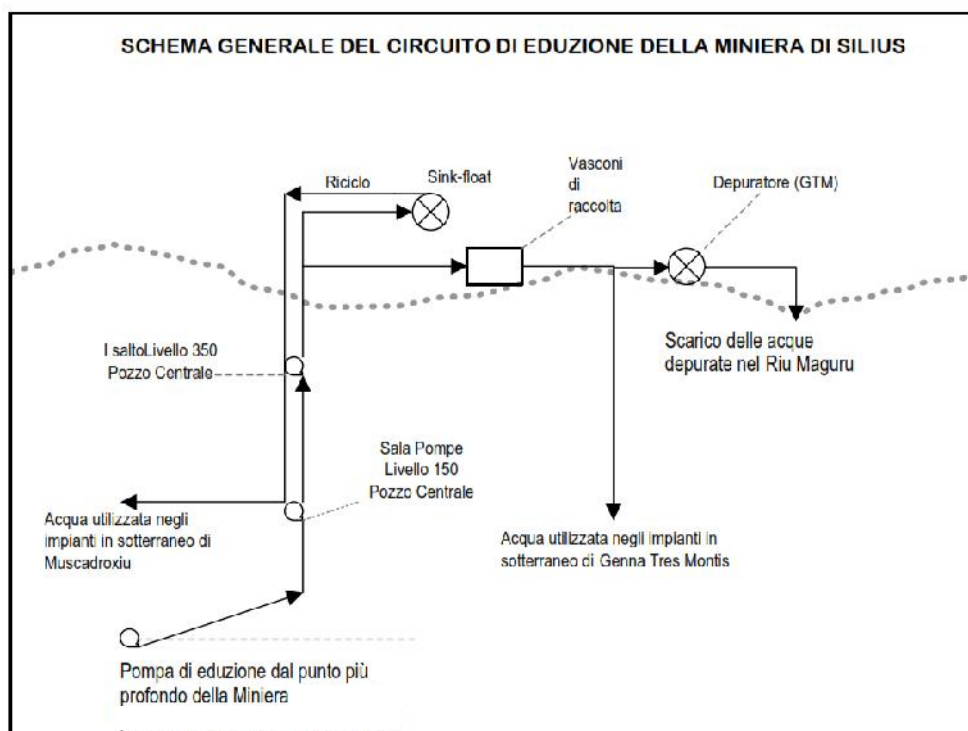


Fig. 58 – Schema dell'impianto di eduzione di pozzo Centrale

Dai vasconi le acque alimentano gli impianti di trattamento a bocca miniera (in passato l'impianto Sink-Float, in futuro anche il nuovo impianto di flottazione) ed in minima parte vengono anche riciclate ed immesse in sotterraneo per le esigenze dei cantieri di PC e MX.

Le acque in eccedenza in uscita da Pozzo Centrale vengono pompate in grandi vasche poste in prossimità del cantiere di Genna Tres Montis, da dove alimentano le condotte che servono le coltivazioni in sotterraneo del settore Est della miniera.

Le acque eccedenti le esigenze dei cantieri in sotterraneo vengono infine convogliate nel depuratore chimico-fisico posto nel piazzale sottostante il cantiere di Genna Tres Montis da dove, una volta depurate, sono immesse nel rio Maguru.

#### 4.5.2 L'impianto di collettamento delle acque meteoriche zenitali nell'area di pozzo Centrale

Al par. 4.4.3.2 (a cui si rimanda per i dettagli) è stato descritto l'intervento di regimazione delle acque superficiali defluenti dagli impluvi circostanti il pozzo Centrale verso l'area del cantiere: tale intervento consente il bypass idraulico dell'intero cantiere, con l'inserimento di soglie a trappola con pozzi di carico al limite di monte dell'area e con la realizzazione di due nuove tubazioni interrato di smaltimento indipendenti (una per ciascun impluvio) dotate di pozzetti di ispezione.



Le acque superficiali, tuttavia, in occasione di precipitazioni intense, defluiscono anche dai pendii circostanti il cantiere, ragion per cui, per evitarne l'allagamento ed al tempo stesso per evitare eventuali contaminazioni delle acque superficiali, è necessario prevedere la realizzazione di una canalizzazione perimetrale (fosso di guardia) realizzata in cls prefabbricato, lunga circa 650 m, con sezione 1.0 x 1.0 m, dotata di una pendenza dell'1% verso valle. Lo schema della canalizzazione è rappresentato nella figura che segue: le acque così raccolte verranno convogliate a valle del piazzale nel rio Maguru.

Le acque meteoriche zenitali che affluiscono invece entro il perimetro del cantiere, verranno raccolte, come già accade, nei pozzetti in cls già presenti, collocati:

- a. alla base delle camere di alimentazione in c.a. poste al di sotto dei 4 cumuli di materiale del circuito di prearricchimento (cumuli TV, alimentazione, prearricchito, float);
- b. lungo il perimetro ed alla base dell'impianto di sink float.

Un nuovo sistema di raccolta (con canaletta drenante) e collettamento, interconnesso al precedente, sarà inoltre collocato lungo il perimetro del nuovo impianto di flottazione, la cui pavimentazione sarà interamente in cemento (tettoie prodotti comprese).

Ogni pozzetto è e/o sarà dotato di una pompa sommersa: l'acqua così raccolta sarà convogliata al vascone posto a monte del cantiere, che a sua volta fa parte del circuito delle acque industriali utilizzate in ciclo chiuso presso gli impianti di trattamento ed eventualmente allontanate, come già visto, verso l'impianto di trattamento chimico-fisico di Genna Tres Montis.



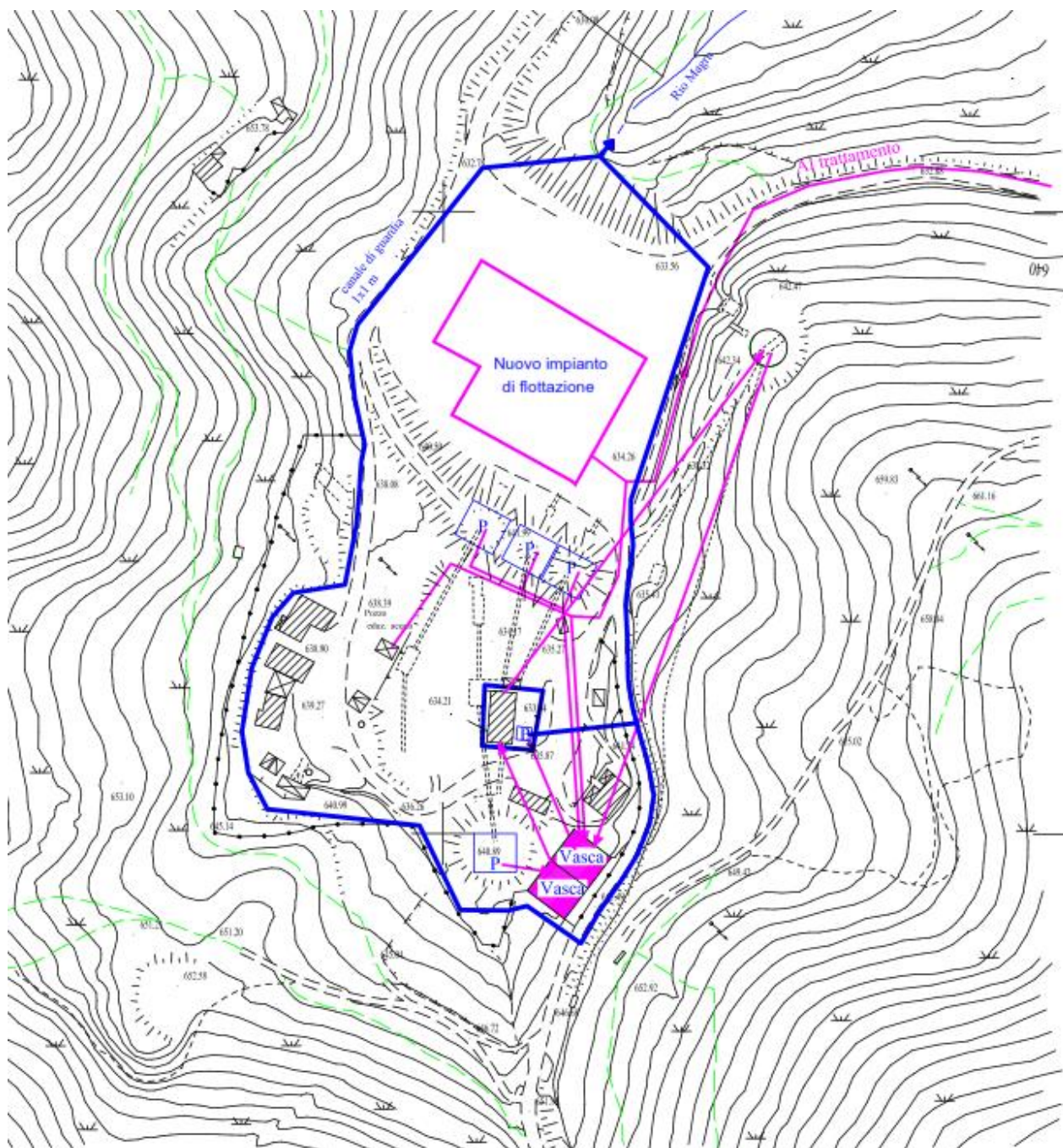


Fig. 59 – Schema delle opere di intercettazione delle acque superficiali in ingresso al cantiere (linee blu) e delle opere di raccolta, riciclo ed allontanamento delle acque meteoriche zenitali (linee magenta)

#### 4.5.3 Impianto di pretrattamento acque nel ciclo di flottazione

Il trattamento delle acque è a tutti gli effetti una parte del processo di flottazione, direttamente collegato alla produzione, e ha inizio già all'uscita dei rilavaggi della fluorite e della galena.

In questa fase, le acque sono ancora cariche degli sterili e devono passare per la sezione delle spirali, dove si recuperano le sabbie, e per la sezione di decantazione e filtrazione delle sabbie pesanti e dei materiali finissimi, di dimensioni inferiori a 75 micron.

Le acque di processo, successivamente alla separazione delle sabbie leggere, verranno trattate con la calce, per portare il PH a 8-9, e con un flocculante anionico; si determina così la precipitazione dei fini e delle sabbie pesanti, contenenti metalli. Questo processo avverrà in due decantatori disposti in serie, dimensionati per trattare agevolmente i 150 mc/h di torbida previsti con l'impianto a regime.

I materiali decantati saranno quindi convogliati all'impianto di filtro-pressatura, che li renderà palabili con un'umidità residua di circa il 20%.

Le acque residuali saranno integralmente recuperate nel circuito di lavorazione. Per ragioni di sicurezza, lo scarico del sistema sarà comunque collegato alla rete di tubazioni che convoglia le acque all'impianto di trattamento di GTM, in modo che, anche in occasione di eventuali guasti o manutenzioni al sistema di ricircolo, non si verifichino dispersioni delle acque di trattamento

In attesa della progettazione di dettaglio dell'impianto, che come detto dipende dagli esiti delle prove di flottazione sul prearricchito (che saranno condotte non appena l'attuale gestore fornirà campioni idonei in tal senso), per il trattamento delle torbide di flottazione, in uscita dal circuito della fluorite e della galena, è possibile, in linea con quanto già delineato da FDS, ipotizzare una sezione con le seguenti parti:

1. Impianto a coclee per la separazione delle sabbie
2. Impianto latte di calce (silos capacità stimata 40 mc con dosatore e condizionatore; portata 4 mc/h; concentrazione 5-10% in peso)
3. Impianto dosatore e agitatore flocculante
4. Decantatori (in serie, capacità complessiva stimata 500 mc)
5. Pompa misti decantati
6. Serbatoio agitatore stoccaggio misti (capacità stimata 25 mc)
7. Pompa a membrana
8. Impianto filtro-pressa (capacità 150 mc/h)
9. Pompa filtrato
10. Pompe di ricircolo, in parallelo con scarico acque all'impianto di trattamento chimico-fisico di GTM

Con il miglioramento dell'impiantistica di trattamento del minerale ed il potenziamento del sistema di riciclo delle acque di processo, l'approvvigionamento delle acque utilizzate nel ciclo di prearricchimento ed



arricchimento, che prevede un consumo idrico pari a circa 120 mc/h (indicativamente su 8 ore), avverrà secondo la seguente ripartizione:

- Acqua di eduazione 40 mc/h
- Acqua di riciclo 60 mc/h
- Acque di accumulo 20 mc/h (da eduazione in ore di non esercizio del trattamento)

L'eduazione nelle ore di non esercizio dell'impianto genera, su 16 ore, un accumulo di circa 600 mc: tale volume, al netto della quota destinata al trattamento nelle 8 ore di funzionamento dell'impianto, è quello destinato ai servizi del sotterraneo.

Le acque meteoriche zenitali ed il collettamento delle microemergenze sorgentizie nell'area del cantiere costituiranno invece un volume disponibile d'emergenza.

Di seguito si riporta lo schema indicativo del circuito di trattamento delle acque di flottazione, che, come detto, potrà leggermente variare in funzione delle caratteristiche definitive d'impianto.

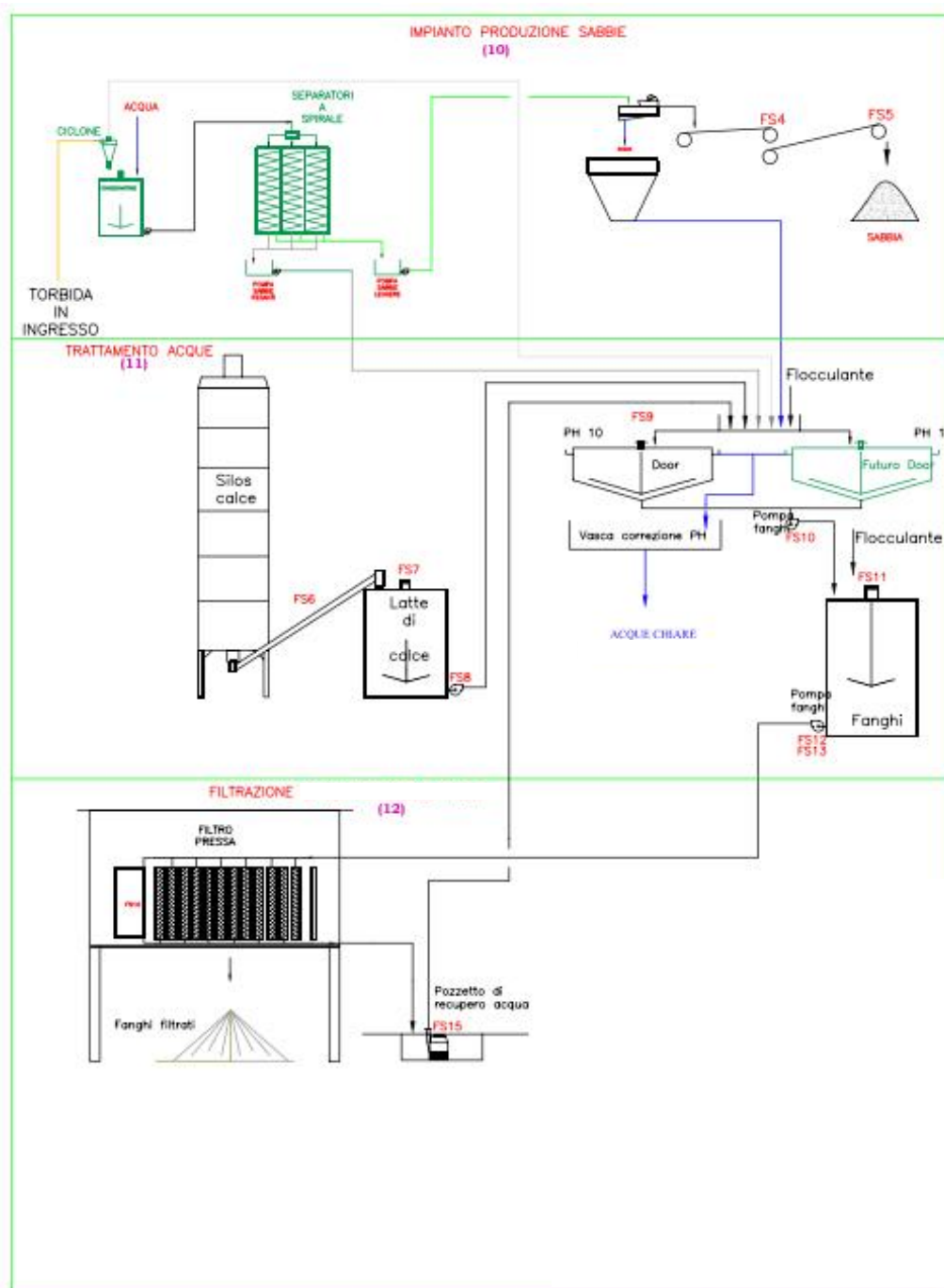


Fig. 60 – Circuito disidratazione e pretrattamento acque del nuovo impianto di flottazione

#### 4.5.4 Impianto chimico-fisico di trattamento delle acque di GTM

L'impianto di trattamento chimico-fisico di GTM è il recapito finale di tutte le acque di miniera e di processo. L'impianto è collocato a valle del cantiere GTM, presso il rio Maguru.

L'acqua in ingresso, in arrivo da pozzo Centrale, viene pretrattata in 3 vasconi (di dimensioni 12 x 10 x 3, con capacità complessiva di circa 700 mc) con l'aggiunta di ipoclorito di sodio (correttore di pH): il materiale di decantazione a fondo vasca (fango palabile), ancora ricco di minerale, viene periodicamente rimosso e ricondotto al ciclo di trattamento presso pozzo Centrale.

L'acqua pretrattata, invece, mediante due pompe da 44 mc/h ciascuna, viene avviata alle successive fasi di trattamento:

- nella prima vasca viene miscelato, con apposito agitatore, ipoclorito di sodio;
- nella seconda vasca viene aggiunto latte di calce (correttore pH), precedentemente miscelato da calce in polvere (in silos) e acqua mediante una coclea;
- nella terza vasca viene aggiunto il flocculante liquido (con dosatore), che consente l'aggregazione delle particelle inquinanti e ne facilita la precipitazione

Dalla terza vasca l'acqua viene inviata al decantatore Dorr, dove i fanghi depositano. Da qui, attraverso una pompa fanghi, questi ultimi sono avviati alla filtropressa a settori e membrane, dove vengono disidratati, raccolti ed avviati a discarica (attualmente la produzione annua è di 75 mc).

Le acque chiarificate vengono invece restituite ai corpi idrici superficiali: tutte le acque in ingresso ed in uscita sono costantemente monitorate, nel rispetto delle prescrizioni dell'autorizzazione allo scarico nel Rio Maguru.

Nel nuovo programma di ripresa dell'attività mineraria, l'impianto in questione resterà centrale e ne verranno promossi il rinnovo della componentistica e l'ammodernamento (attualmente l'impianto è già in grado di trattare oltre 2000 mc/giorno). Non variando in modo sostanziale il processo di lavorazione, ed essendo dotato il nuovo impianto di flottazione di un suo ciclo interno di pretrattamento e riciclo delle acque, non si ravvede la necessità di modificare il procedimento tecnologico di depurazione, che è e resta efficiente.

#### 4.5.5 Impianti di trattamento biologico delle acque di MX, GTM e PC

I servizi igienici, le docce e gli spogliatoi di MX, GTM e PC sono alimentati da acqua pulita, derivante rispettivamente:





- a. a Muscadroxiu, da un pozzo in roccia, di portata variabile da 1.5 a 3 mc/ora, realizzato circa 500 m a monte del cantiere (lungo la strada che risale verso la SP 25) ed equipaggiato con una vasca di accumulo di 50 mc, collegata al cantiere da tubazione dedicata. In situazioni di marcata siccità, la vasca viene integrata con autobotte;
- b. a pozzo Centrale ed a Genna Tres Montis, dalla sorgente Is Castangias, emergenza perenne con portate medie di 1 l/s, localizzata entro il cantiere di pozzo Centrale ed alimentante sia i servizi di pozzo Centrale che, attraverso una tubazione indipendente, quelli di GTM.

A valle degli scarichi, in tutti e 3 i cantieri sono operativi impianti di depurazione biologica delle acque, dotati di vasca di digestione biologica e sistema di insufflamento aria: anche qui le acque depurate vengono restituite ai corpi idrici superficiali ed anche qui è attuato un costante monitoraggio per la verifica dei requisiti chimico-fisici richiesti dall'autorizzazione allo scarico appositamente rilasciata.

Nel nuovo progetto di ripresa dell'attività mineraria, che nella fase 1 prevede la concentrazione delle attività operative su pozzo Centrale e di quelle direzionali e organizzative sul cantiere di Muscadroxiu, si prevedono il mantenimento in efficienza degli impianti di PC e MX, ed il fermo dell'impianto di GTE.

#### 4.6 LA RICERCA MINERARIA

Le attività di ricerca mineraria sono quelle indicate dalla società proponente nell'istanza di permesso di ricerca mineraria depositato presso il Settore Attività Estrattive della RAS nel Maggio 2018 (ed a loro volta soggette a procedura di Verifica di assoggettabilità a V.I.A.). Per questa ragione, le stesse sono qui riportate per motivi di completezza ma non sono computate nel prospetto degli investimenti a base di computo degli oneri istruttori.

Le attività si articoleranno in più fasi, per una durata complessiva superiore ai 12 mesi, e comprenderanno varie tecniche di acquisizione delle informazioni, tutte finalizzate alla definizione di un modello coerente del sottosuolo e, su tale base, all'ipotesi di estensione delle attività estrattive nelle direzioni verificate come le più' promettenti.

Le ricerche saranno improntate all'individuazione e tracciamento di filoni mineralizzati contenenti primariamente Fluorite, Galena, Blenda, e secondariamente di elementi Lantanidi (o Terre Rare) di cui si ipotizza la presenza (anche nello sterile) e di cui andranno indagate le effettive possibilità di individuazione e separazione in ambito di sostenibilità economica ed ambientale.

Di seguito si elencano le diverse attività componenti il piano generale di ricerca, con una stima indicativa della durata di ciascuna di esse.

##### 4.6.1 Rilievi Topografici

Preliminarmente alle attività di ricerca, sarà eseguito un rilievo topografico con inquadramento nel sistema cartografico nazionale, in quanto poiché qualsiasi ipotesi di indagine per il tracciamento completo dei filoni già oggetto di sfruttamento, o per l'individuazione di possibili derivazioni mineralizzate, non avrebbe possibilità di successo in mancanza di correlazioni di elementi giaciturali e geo-strutturali non correttamente collocati in coordinate spaziali reali. I rilievi topografici comprenderanno sia attività esterne alla miniera (da condurre sia con strumentazione convenzionale che mediante droni alari o quadricotteri, certificati ENAC), che in sotterraneo, dove saranno realizzati mediante Laserscanners di ultima generazione.

La scansione combinata Laser-camera ottica, eseguita sui livelli, sottolivelli e discenderie già esistenti, consentirà di evidenziare e posizionare con estrema precisione tutti gli elementi utili alle correlazioni tridimensionali delle zone mineralizzate e di tutti gli elementi geo-strutturali individuabili.

L'attività comprenderà, oltre al posizionamento di targets di georeferenziazione, la materializzazione di un consistente numero di caposaldi permanenti, onde facilitare tutte le successive operazioni di inserimento di informazioni, correttamente geo-referenziali in alta precisione. Si stima che l'attività di rilievo e costituzione del modello 3D della miniera possa essere realizzata in una prima fase, comprendente i rilievi esterni e la scansione dei livelli 100 e 200 m s.l.m., della durata di 3 mesi, mentre la seconda fase, comprendente i rimanenti rilievi, sarà distribuita nell'ambito dei 6 mesi successivi.

#### 4.6.2 Rilevamento geologico e geo-strutturale esterno – Correlazione affioramenti

In concomitanza con i rilievi topografici sarà realizzato un rilevamento geologico e geo-strutturale sull'area di ricerca, che comprenderà, preliminarmente, una analisi delle lineazioni principali individuabili dalla stereofotogrammetria, come supporto alla ricostruzione del modello tettonico-stratigrafico del sottosuolo. Tale attività sarà finalizzata alla proiezione dei dati per l'ipotesi delle direzioni più plausibili di scavo per avvicinamento dei filoni mineralizzati. A tal fine si procederà ad individuare e caratterizzare tutte le aree in cui il minerale si presenta in affioramento. L'attività in sito si svilupperà in un periodo di circa 30 gg.

#### 4.6.3 Analisi geo-strutturale e giacimentologica in sottterraneo

Un elemento fondamentale da acquisire nella prima fase di indagini in sottterraneo sarà la mappatura e correlazione dei contatti tettonici individuati ed il tracciamento delle aree mineralizzate, eseguita in estremo dettaglio sui livelli 100 e 200 e più speditivamente sugli altri livelli e sottolivelli, proiettandoli in superficie onde verificarne la possibile coerenza con le lineazioni esterne individuate e con alcuni affioramenti mineralizzati riscontrabili sull'area.

Le scansioni ad alta risoluzione saranno finalizzate alla determinazione della geometria e dello sviluppo degli scavi minerari e potrebbero non consentire l'acquisizione diretta di alcune informazioni di carattere geomorfologico, stratigrafico e geo-strutturale; per ovviare a tale inconveniente, nel corso del rilievo geo-strutturale saranno premarcati tutti gli elementi di interesse quali discontinuità, affioramenti mineralizzati o particolarità stratigrafiche (mediante appositi nastri e vernici spray dotati di proprie caratteristiche di elevata riflettanza), in modo che tali informazioni si rendano immediatamente visibili nella scansione come punti differenziabili dal resto dei dati acquisiti e correttamente restituibili in 3D. Questa attività sarà eseguita in concomitanza con i rilievi topografici di dettaglio e si svilupperà quindi con gli stessi tempi esecutivi.

#### 4.6.4 Indagini in sottterraneo

La fase successiva di ricerca in sottterraneo utilizzerà attrezzature per la perforazione a carotaggio continuo e strumentazione per prospezioni geofisiche di vario genere. Le perforazioni a carotaggio continuo saranno condotte con sonda leggera, con controllo clinometrico continuo e recupero totale delle carote, preminentemente (ma non solo) dai livelli più bassi (200 e 100), anche con traiettorie inclinate o sub-orizzontali, per individuare gli sviluppi delle strutture mineralizzate e stabilirne effettive consistenze e spessori. Saranno inoltre utilizzate perforazioni per indagare oltre le interruzioni dei filoni a fronte di discontinuità tettoniche. Onde ottenere preziose informazioni non sempre ricavabili dal prodotto del carotaggio, saranno eseguite in alcuni casi delle scansioni geotecniche del foro con sonda BIPS per la ricostruzione digitale orientata della carota e la successiva mappatura orientata delle famiglie di fratture presenti.

Per la realizzazione delle postazioni di sondaggio saranno inoltre realizzate le relative traverse di intestazione. A complemento di quanto sopra, l'utilizzo di indagini geofisiche con strumentazione di vario tipo (sismica, geoelettrica, elettromagnetismo, georadar) consentirà di ottenere informazioni in particolari condizioni che lo richiedano. Nel corso delle attività, potrà in alcuni casi essere necessario ricorrere all'uso di esplosivi sia del tipo da produzione che da profilatura.

Si evidenzia come la posizione planoaltimetrica e lo sviluppo di tali sondaggi in sottterraneo non possa essere in questa fase determinata, in quanto la collocazione tridimensionale delle prospezioni potrà essere fissata solo a valle degli esiti delle indagini di cui ai punti che precedono.

Le indagini di questo tipo inizieranno quindi a valle dei rilievi in sottterraneo e potranno proseguire per almeno 12 mesi.

#### 4.6.5 Campionamenti in sottterraneo

Nel corso della ricerca saranno testati sistemi di individuazione di vario genere per quanto riguarda gli elementi lantanidi (REE o Terre Rare) sulla base di peculiari caratteristiche di differenziazione dal contesto (peso specifico, suscettività magnetica, conducibilità, etc.). Saranno inoltre eseguite analisi in campo geochimico impiegando strumenti in grado di eseguire una analisi locale di fluorescenza a raggi X (spettrofotometria). In concomitanza alle indagini per il tracciamento saranno eseguiti un adeguato numero di carotaggi per individuare le possibili significative associazioni mineralogiche. Tali campionamenti saranno eseguiti con carotatrice portatile elettrica, impegnando qualche metro di spessore e saranno in prima fase

distribuiti in modo regolare. Successivamente alle prime analisi di controllo saranno poi diretti ad individuare i corpi mineralizzati più arricchiti in REE.

In parallelo verrà condotta una revisione critica degli studi pregressi sulle acque sotterranee e sulla circolazione dei fluidi mineralizzanti, per la ricostruzione dei meccanismi e della successione temporale di formazione delle mineralizzazioni;

La prospezione potrà avere una durata di circa 3 mesi e sarà condotta in maniera indipendente rispetto alle altre attività, a valle comunque delle attività di cui ai punti che precedono.

#### 4.6.6 Indagini esterne profonde

Nell'ambito del permesso di ricerca saranno programmate delle indagini profonde (da 350 a 600 metri) sia in vicinanza della verticale della miniera ed in corrispondenza di affioramenti significativi, per definirne l'andamento e le caratteristiche, sia sull'asse definito per la nuova galleria di carreggio prevista dal progetto di ripresa della coltivazione (allegato all'istanza di concessione mineraria in istruttoria).

Indagini di tipo diretto saranno eseguite con sonda di perforazione in tecnica wireline; nel caso delle indagini finalizzate alla realizzazione della galleria, per contenerne i costi e per ridurre i tempi di esecuzione, si prevede di procedere a distruzione di nucleo fino alla profondità di interesse e successivamente procedere a carotaggio continuo. Si prevede inoltre l'esecuzione di indagini di tipo indiretto mediante tomografia geoelettrica profonda e sismica a riflessione profonda a 128 canali. I sistemi di energizzazione per raggiungere le profondità oggetto di indagine comprenderanno sia energizzatori meccanici ad alta energia (tipo Vibroseis), che esplosivi, necessariamente ad altissima velocità di detonazione, ossia superiore ai 6.000m/s attivati da elementi a ritardo 0 certificato.

#### 4.6.7 Correlazioni affioramenti minerale su aree limitrofe

Un ulteriore elemento utile a correlare le informazioni da acquisire sarà l'individuazione, caratterizzazione e mappatura di evidenze di zone mineralizzate in affioramento su aree limitrofe. In associazione con la determinazione delle lineazioni tettoniche su grande scala potrebbero essere importanti nella definizione del quadro geologico generale e formazionale dal punto di vista giacimentologico.





*Fig. 61 – Localizzazione preliminare dei sondaggi profondi da superficie lungo l'asse della nuova galleria di carreggio prevista dal progetto di ripresa della coltivazione (la localizzazione potrà essere oggetto di variazioni sulla base degli esiti delle attività di ricerca mineraria previste)*

#### 4.6.8 Programma temporale e costi della ricerca

Il piano di ricerca si articolerà in due fasi principali:

- a. la prima fase, meno impegnativa dal punto di vista dell'esposizione finanziaria e compatibile con le condizioni di elevato rischio autorizzativo (istruttoria di concessione mineraria in corso), comprenderà le attività previste ai punti 4.6.1, 4.6.2 e 4.6.3 precedenti e si svolgerà in parallelo all'avanzamento dell'istruttoria stessa;
- b. la seconda fase, caratterizzata da investimenti assai più elevati (attività di cui ai punti 4.6.4, 4.6.5, 4.6.6 e 4.6.7 che precedono), presuppone invece l'avvenuta approvazione del progetto di ripresa dell'attività estrattiva, e quindi almeno l'esito positivo della procedura di VIA connessa all'istruttoria di concessione mineraria. Va da sé che tale fase, caratterizzata da un profilo di rischio finanziario ancora elevato (almeno fino all'accertamento dell'effettiva prosecuzione del giacimento oltre i limiti noti e della sua entità), potrà e dovrà essere supportata dal reperimento di fondi comunitari destinati



alla ricerca ed alla coltivazione di minerali strategici quali quelli oggetto della presente istanza (Horizon 2020, Ramintec, ecc.).

## 4.7 SOLUZIONI ALTERNATIVE E OPZIONE ZERO

### 4.7.1 Soluzioni alternative

Come ricordato in premessa, nel progetto allegato all'istanza di concessione mineraria depositato nella primavera del 2017, i principi di impostazione del piano industriale prevedevano, fra le altre cose, la revisione completa della logistica (con la necessità di abbandonare la logica dell'estrazione mediante pozzi) e l'opportunità di abbandono dell'impianto mineralurgico di Assemini a favore di una nuova infrastruttura (per ragioni logistiche, ambientali ed economiche).

Gli approfondimenti eseguiti in corso d'istruttoria, le criticità evidenziate in tema di accesso alle informazioni di base (frammentarie e talora contraddittorie o addirittura inesistenti), l'impossibilità di accesso a numerose aree della miniera per ragioni di sicurezza (con conseguente impossibilità di verifica diretta degli elementi giacimentologici a base di bando) e la non corrispondenza dei tenori del prearricchito stoccato ad Assemini con i dati assunti a Bando, in associazione con i tempi lunghi di scavo della nuova galleria di base (3.5-4 anni, per ragioni geologiche e logistiche) e, in tal caso, con la complessa sostenibilità economica di un transitorio senza impianti di trattamento, hanno consigliato una conferma del piano industriale 2017 nelle sue linee essenziali, ma con una revisione della partizione temporale degli interventi (fase 1 e fase 2 descritte in premessa).

Tuttavia, nel lasso di tempo intercorso tra l'assegnazione del Bando e la presentazione del presente SIA e del correlato aggiornamento progettuale, sono state valutate diverse opzioni alternative:

1. diversa collocazione spaziale degli interventi in sotterraneo: gli interventi sono gioco forza concentrati nell'ambito della concessione e dei volumi minerari esistenti, essendo le grandi preparazioni pregresse (pozzi, gallerie, impianti) il fondamento su cui si basa la sostenibilità dell'iniziativa; in assenza di tali infrastrutture, infatti, qualsiasi piano di coltivazione del giacimento di Silius risulterebbe oggi antieconomico;
2. diversa logistica del sotterraneo: come già ricordato, sono state considerate diverse modalità di nuovo accesso al sotterraneo (accessi ai livelli 200 e 100 con nuove gallerie di carreggio, accessi ai livelli 200 e 100 con rampe e discenderie, accessi a livelli intermedi con rampe periferiche), diverse

modalità di scavo dei nuovi accessi (tecnica tradizionale, frese a piena sezione, finestre intermedie per attacco su più fronti, ecc.), con il risultato che:

- a. l'unica possibilità di nuovo accesso in grado di rivoluzionare la logistica di miniera e di abbattere i costi di gestione è l'accesso al livello 100 con una nuova galleria di base, il cui imbocco più prossimo al giacimento si colloca, per ragioni orografiche e logistiche, a monte dell'abitato di Ballao lungo la strada per Escalaplano (non a caso trattasi della galleria di base ipotizzata per l'avvio della fase 2 del progetto di coltivazione), in un'area favorevole per topografia, assenza di vincoli ambientali e pianificatori, destinazione urbanistica e logistica;
  - b. qualsiasi altra soluzione di nuovo accesso a livelli superiori non consente l'abbattimento dei costi di gestione, non offrendo allo stesso tempo un vantaggio economico tale da giustificare il mantenimento, seppur parziale, di tali oneri;
  - c. qualsiasi altra collocazione dei nuovi accessi dall'esterno, in caso di attacco con rampe, comporterebbe, oltre alla minor attrattività tecnico-economica, l'interessamento di aree naturali collocate nelle vallate che incidono l'altipiano di Silius verso E, con enormi problemi di logistica e di cantiere, oltre che la sistemazione idrogeologica delle aree oggetto di intervento;
  - d. qualsiasi nuovo accesso dall'esterno (che nell'ipotesi progettuale attuale è comunque demandato alla fase 2 di sviluppo del giacimento) comporta la realizzazione di scavi con tecnica tradizionale (drill & blast), in quanto le condizioni geomeccaniche degli ammassi rocciosi e le problematiche logistiche connesse ai grandi cantieri a servizio delle frese non consentono l'adozione di tecnologie diverse (potenzialmente più rapide ed efficienti ma tecnicamente molto meno flessibili);
3. diversa collocazione degli impianti di trattamento: verificate necessità ed opportunità di abbandono dell'impianto di Assemini, gioco forza i nuovi impianti, per ragioni logistiche e tecnico-economiche, devono essere collocati in prossimità delle aree di estrazione. Nell'ottica di evitare aree interessate da vincoli ambientali e/o da contesti naturali, si è optato per il posizionamento degli impianti nelle aree minerarie attive, limitando le opzioni, quindi, a quelle zone già interessate da infrastrutture esistenti, morfologie modificate (piazze) di idonee dimensioni, assenza di vegetazione e di altri elementi di naturalità, presenza di vie di comunicazione consolidate, vicinanza alle aree di estrazione. Al proposito sono state identificate due aree con le caratteristiche sopracitate: il piazzale di miniera antistante i fabbricati e gli impianti di estrazione e trattamento di pozzo Centrale, ed il piazzale antistante gli impianti di depurazione acque di Genna Tres Montis. La scelta è ricaduta sulla prima di queste due aree, in quanto:

- a. adiacente il pozzo di estrazione principale della miniera: l'utilizzo di qualunque altro pozzo come principale sito di estrazione comporterebbe investimenti di adeguamento e problematiche tecnico-logistiche non sostenibili;
  - b. adiacente i fornelli di ripiena: tale aspetto consente un forte ridimensionamento degli impianti necessari al trasferimento in miniera dei sottoprodotti del ciclo di lavorazione, con conseguente riduzione degli impatti;
  - c. contigua alle aree occupate dagli impianti di prearricchimento: ciò consente la concentrazione degli impianti in un unico sito; il contenimento delle dimensioni, degli impatti e dei costi dei nuovi impianti; la collocazione delle opere in un sito già fortemente antropizzato; il riutilizzo integrale delle vie di comunicazione esistenti;
  - d. a maggiore quota altimetrica: ciò consente una gestione più efficiente ed economica dei processi di trattamento acque (e dei relativi impianti, già esistenti).
4. diversa tipologia di impianti di trattamento: allo stato attuale non risultano sviluppate tecniche di arricchimento del minerale (necessarie per garantirne la commerciabilità) più efficienti del sistema integrato di prearricchimento e flottazione, che resta quindi l'unico perseguibile.

#### 4.7.2 Opzione zero

E' stata valutata l'opzione zero, ovvero l'abbandono dell'attività estrattiva presso il sito di Silius, con conseguente avvio delle attività di messa in sicurezza e bonifica del sito.

Si è ritenuto che tale opzione sia da scartare per i seguenti motivi:

1. il giacimento di Silius, con riferimento alla fluorite ed al riscontrato potenziale di terre rare, è un giacimento classificato come strategico dalla Comunità Europea, dispone ancora di una rilevante volumetria di minerale da coltivare ed è un giacimento di importanza per lo meno continentale (se non mondiale) in un contesto di mercato ristretto, dove la crescita della domanda non è compensata da un incremento di disponibilità delle risorse: nell'ambito delle politiche comunitarie di approvvigionamento di materie prime strategiche e di riduzione della dipendenza dalle importazioni, si tratta quindi di un giacimento di grande importanza, su cui potrebbero concentrarsi anche le attenzioni ed il supporto economico e commerciale dell'UE;
2. a Silius le grandi preparazioni in sotterraneo (ovvero l'elemento di costo e di impatto più rilevante nell'impostazione di una miniera) sono già realizzate: pozzi e livelli principali sono già tracciati ed operativi, ed i pannelli di minerale già individuati nel piano delle riserve risultano in buona parte già



accessibili e aggredibili con preparazioni tutto sommato limitate, senza necessità di nuove grandi infrastrutture minerarie e logistiche;

3. la ripresa dell'attività mineraria non comporterebbe alcuna nuova rilevante compromissione ambientale, in quanto:
  - a. i siti di lavorazione e intervento sono tutti siti minerari attivi, associati ad una concessione vigente, interamente antropizzati, caratterizzati da vie d'accesso consolidate, collocati in aree relativamente remote e distanti dai centri abitati in zone non interessate da vincoli ambientali o di pianificazione territoriale che impediscano od ostacolino le attività in questione;
  - b. il ciclo di lavorazione, nella nuova impostazione progettuale, è sostanzialmente chiuso: tutti i sottoprodotti della lavorazione (che, si ricorda, non sono in alcun modo assimilabili a rifiuti, ai sensi dell'art. 184-bis del D. Lgs. 152/2006 e del D.M. 264/2016) sono infatti integralmente riutilizzati in sotterraneo (sterili di ripiena) o riciclati nel processo produttivo (acque, reagenti);
  - c. il nuovo ciclo di lavorazione ridurrà sensibilmente la volumetria dei sottoprodotti solidi a favore dei prodotti commerciali (con particolare riferimento alle sabbie silicee);
  - d. il consumo di energia sarà il più possibile coperto da impianti di autoproduzione energetica da fonti rinnovabili;
  - e. la separazione e gestione degli inquinanti residuali nelle acque di processo sarà operata con l'adeguamento ed il miglioramento dell'impianto di trattamento acque già in esercizio, senza occupazione di nuovi sedimi e potendo contare su sistemi di collettamento e trattamento già esistenti, che già attualmente operano in regime strettamente controllato con analisi costanti delle acque in ingresso ed in uscita dall'impianto;
4. gli interventi previsti non precludono in alcun modo le attività di messa in sicurezza e ripristino previste al termine della vita utile del giacimento: al contrario il piano di ripresa dell'attività mineraria può garantire le risorse necessarie per la manutenzione ed il monitoraggio costante dei siti, che sono funzioni nell'interesse primario del produttore, difficilmente perseguibili con fondi esclusivamente pubblici in caso di chiusura della miniera (fermo restando l'obbligo dell'attuale concessionario di procedere alla messa in sicurezza ed alla bonifica dei siti non più interessati dall'attività mineraria nel programma di ripresa delle coltivazioni);
5. i costi fino ad ora sostenuti dalla Regione Sardegna per il mantenimento in efficienza delle infrastrutture principali della miniera non troverebbero giustificazione in caso di chiusura subitanea

della stessa, specie in presenza di un giacimento certificato, di un'iniziativa economicamente sostenibile e di un soggetto interessato al subentro;

6. la situazione socio economica del territorio di riferimento della miniera, come dettagliatamente descritto al par. 1.7, mostra elementi di evidente criticità, con un progressivo spopolamento ed invecchiamento della popolazione (flessione demografica superiore al 10% nell'ultimo decennio, che sale fino a valori del 35% se riferita alla fascia di età compresa fra 15 e 30 anni) ed un tasso di disoccupazione che a Silius, San Basilio e Ballao ha toccato nel 2011 (ultimo dato reperito) il valore, rispettivamente, del 29.1%, del 23.8% e del 26.7%, a fronte di un tasso di disoccupazione giovanile che raggiunge nell'ordine il 68.6%, il 52.3% e il 46.7%. L'abbandono del territorio determina, a cascata, un ulteriore peggioramento della situazione, con un crollo della domanda locale che causa un'ulteriore contrazione dei redditi ed una riduzione dei servizi forniti in ambito locale. La ripresa dell'attività mineraria a Silius rappresenta quindi (come già ha rappresentato in passato) un'importantissima fonte di reddito economico per il territorio, sia in termini di occupazione diretta che di indotto.

Si ritiene quindi che non vi siano motivazioni di carattere socio-economico, tecnico, ambientale, congiunturale capaci di rendere preferibile l'opzione zero alla ripresa dell'attività estrattiva in sotterraneo.



## **5 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE**

### **5.1 AMBITO TERRITORIALE E SISTEMI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO**

L'ambito territoriale di riferimento interessato dalle attività di ripresa della coltivazione mineraria, concentrate presso il cantiere di pozzo Centrale, è quello degli altipiani del Gerrei, e dell'altipiano di Silius – San Basilio – Goni in particolare.

L'ambiente si caratterizza per la presenza di vaste aree rocciose subpianeggianti, aride, poco popolate e prive di insediamenti rilevanti, per larghi tratti incolte, coperte prevalentemente da macchia mediterranea, dove la pastorizia e un'agricoltura di sussistenza sono gli elementi produttivi portanti del territorio.

I fianchi degli altipiani sono incisi da profondi impluvi, originati dall'erosione delle acque superficiali, che sono sede di discontinue coperture boschive in contesti di elevata naturalità e difficile accessibilità.

Tutte le attività minerarie si concentrano, come si sono concentrate storicamente, sulla sommità dell'altopiano, in zone relativamente remote seppur servite dalla viabilità di servizio.

La zona si caratterizza anche per l'assenza di aree protette e/o vincoli ambientali, come diffusamente descritto nel precedente Quadro Programmatico a cui si rimanda per i dettagli.

## 5.2 ANALISI DELLE COMPONENTI E DEI FATTORI AMBIENTALI

### 5.2.1 Atmosfera

I principali parametri meteo-climatici della zona interessata dagli interventi sono già stati descritti al par. 2.2.2, al quale si rimanda per i dettagli.

La zona del Gerrei non figura fra le aree oggetto di monitoraggio della qualità dell'aria, in quanto area sostanzialmente naturale, priva di fonti inquinanti di una qualche rilevanza, e, come tale, ritenuta non prioritaria in tema di monitoraggio.

Non sono infatti riscontrabili nell'ambito della concessione mineraria, ed in un raggio di almeno 10 km dai limiti della stessa, stazioni di rilevamento dei parametri essenziali dell'aria e dei più comuni inquinanti.

In questa sede si può quindi fare riferimento esclusivamente ai dati di ambito regionale, contenuti nei rapporti annuali sulla qualità dell'aria redatti dalla Regione Sardegna, e, come si vedrà in seguito, dalle scarse informazioni raccolte in occasione di precedenti monitoraggi eseguiti presso la miniera di Silius a servizio di precedenti caratterizzazioni ambientali.



*Fig. 62 – Dislocazione delle stazioni di rilevamento della rete Provinciale*

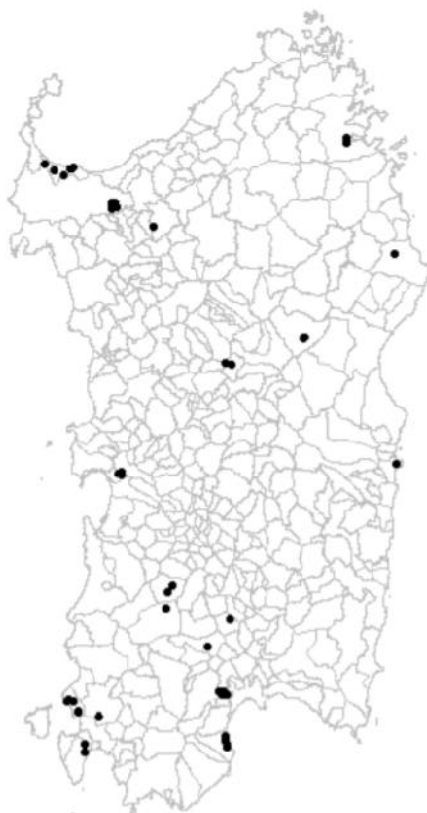


Fig. 63 – Localizzazione delle stazioni di monitoraggio della rete Regionale

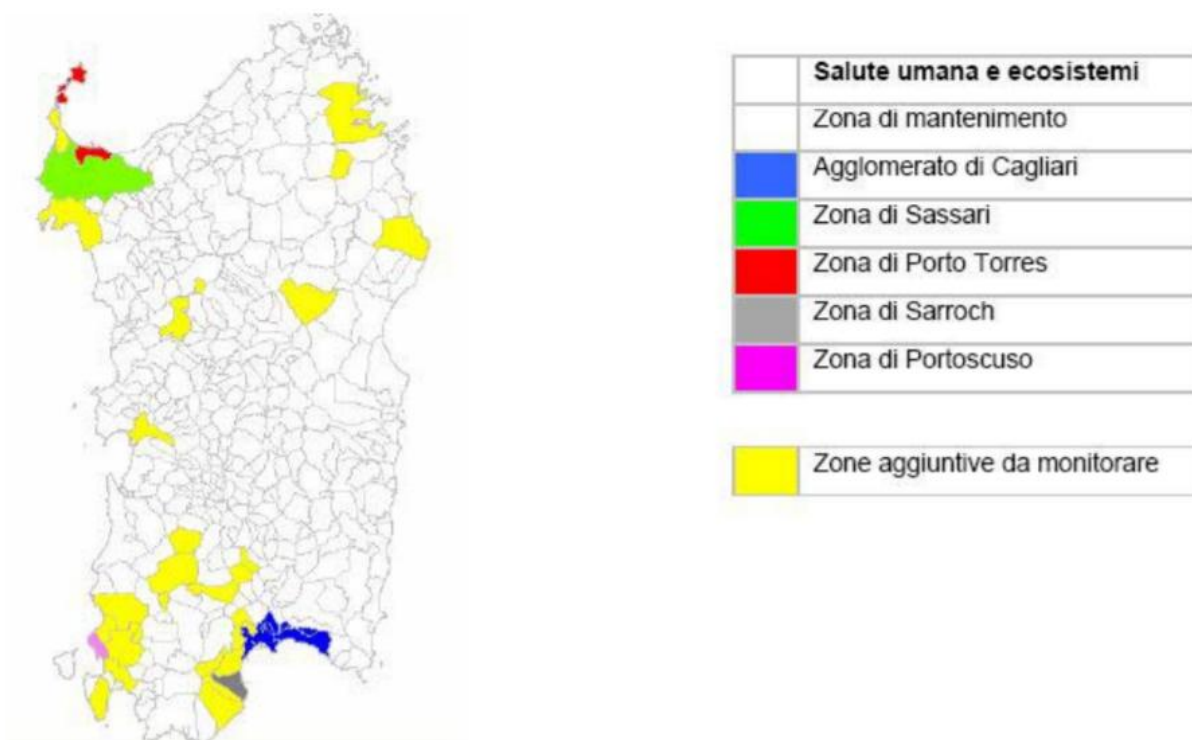


Fig. 64 – Individuazione delle zone aggiuntive oggetto di futuro monitoraggio



Il database emissivo utilizzato è l'inventario delle emissioni atmosferiche della regione Sardegna, in cui le sorgenti emissive sono suddivise in localizzate e diffuse.

Generalmente le prime comprendono tutte quelle sorgenti che è possibile ed utile considerare singolarmente, localizzabili tramite coordinate geografiche e parametri emissivi dei camini, e definite, in base al DM 25/05/91, da emissioni superiori a 90 –100 t/anno o da potenze pari a 40-50 MW termici per i processi con combustione (su aree più piccole i limiti scendono).

Le sorgenti diffuse sono invece tutte quelle che non rientrano nelle categorie appena definite ed il cui calcolo necessita dell'uso di parametri statistici, come ad esempio gli indicatori di attività; rientrano in questa categoria le emissioni di origine puntiforme, che non superano le soglie emissive appena definite, le emissioni naturali (ad esempio derivanti dalle foreste), o quelle legate al traffico.

Lo scenario emissivo di riferimento è rappresentato nella tabella e nel grafico che seguono, che individuano le emissioni diffuse (di interesse per il sito in esame) in t/anno ed il contributo dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.

	<b>CO</b>	<b>NH3</b>	<b>NOX</b>	<b>NMVOC</b>	<b>PM10</b>	<b>SO2</b>
<b>Prod.energia</b>	2507	0	11104	0	350	17092
<b>Comb. non industriale</b>	11737	0	473	3173	2634	299
<b>Comb. industriale</b>	6569	10	9321	25	422	4533
<b>Proc.produttivi</b>	87	0	5295	105	1010	8303
<b>Estrazione combustibili</b>	0	0	0	812	0	0
<b>Uso solventi</b>	0	0	0	12720	0	0
<b>Traffico stradale</b>	54566	473	15680	9834	1746	445
<b>Altre sorg.mobili</b>	14900	0	13370	1112	600	3813
<b>Rifiuto</b>	3664	20	304	118	38	131
<b>Agricoltura</b>	1486	7987	535	14	0	0
<b>Altre sorg. e assorbimenti</b>	27035	293	991	138128	0	188
<b>Emi. RAINS comb. stoppie</b>				230	291	
<b>Emi. RAINS altro 11</b>					581	
<b>TOTALE</b>	<b>122551</b>	<b>8784</b>	<b>57073</b>	<b>166271</b>	<b>7672</b>	<b>34804</b>

Fig. 65 – Quadro delle emissioni diffuse (t/anno) in Regione Sardegna

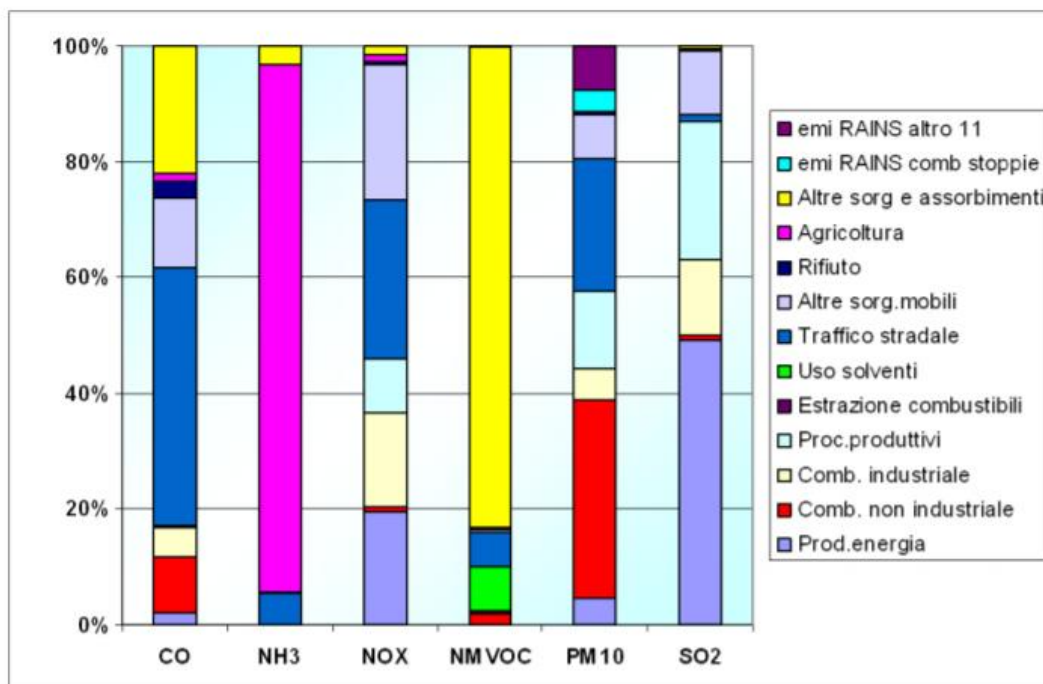


Fig. 66 – Contributo alle emissioni di gas per macrosettori produttivi

Analizzando la spazializzazione delle principali emissioni di inquinanti sull'intero territorio regionale, è possibile rilevare la situazione riferita al sito di Silius.

Le figure che seguono mostrano, nell'ordine, le emissioni di NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto), SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo), PM10 (polveri sottili) e NMVOC (composti organici volatili non metanici) su scala regionale: in ciascuna immagine, il cerchio rosso evidenziato dalla freccia indica l'area della miniera di Silius.

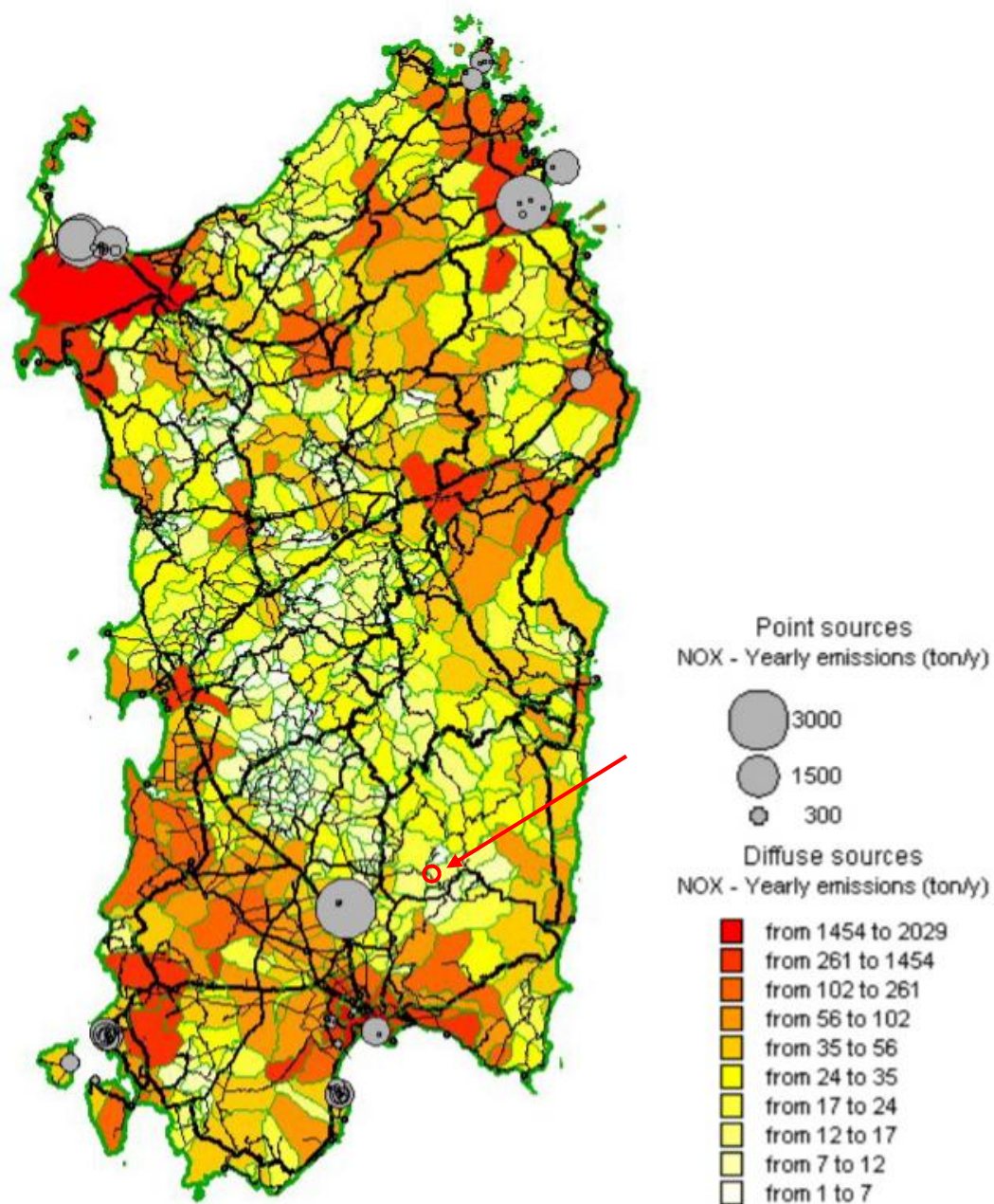


Fig. 67 – Distribuzione regionale delle emissioni di NO<sub>x</sub>



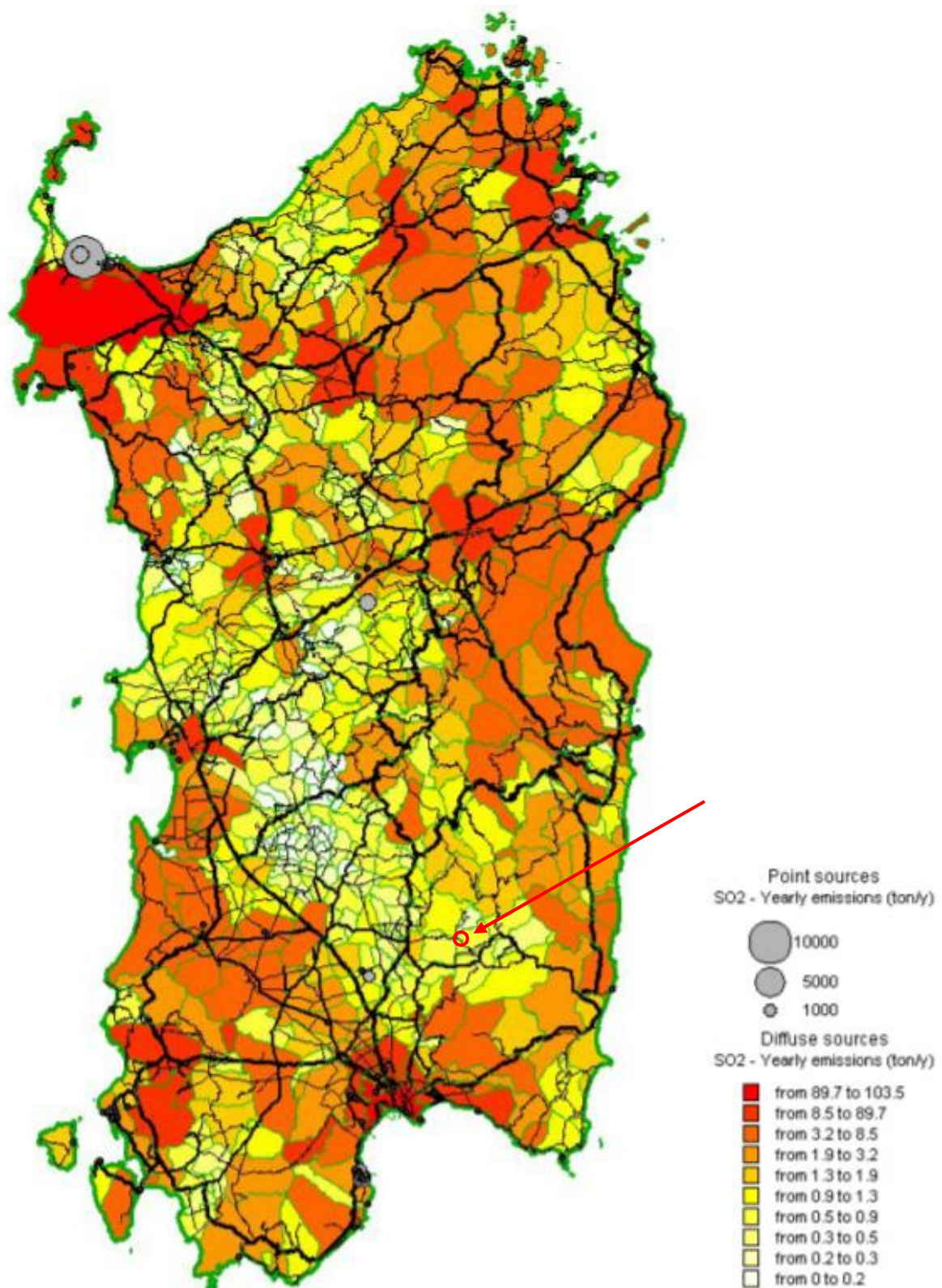


Fig. 68 – Distribuzione regionale delle emissioni di SO<sub>2</sub>

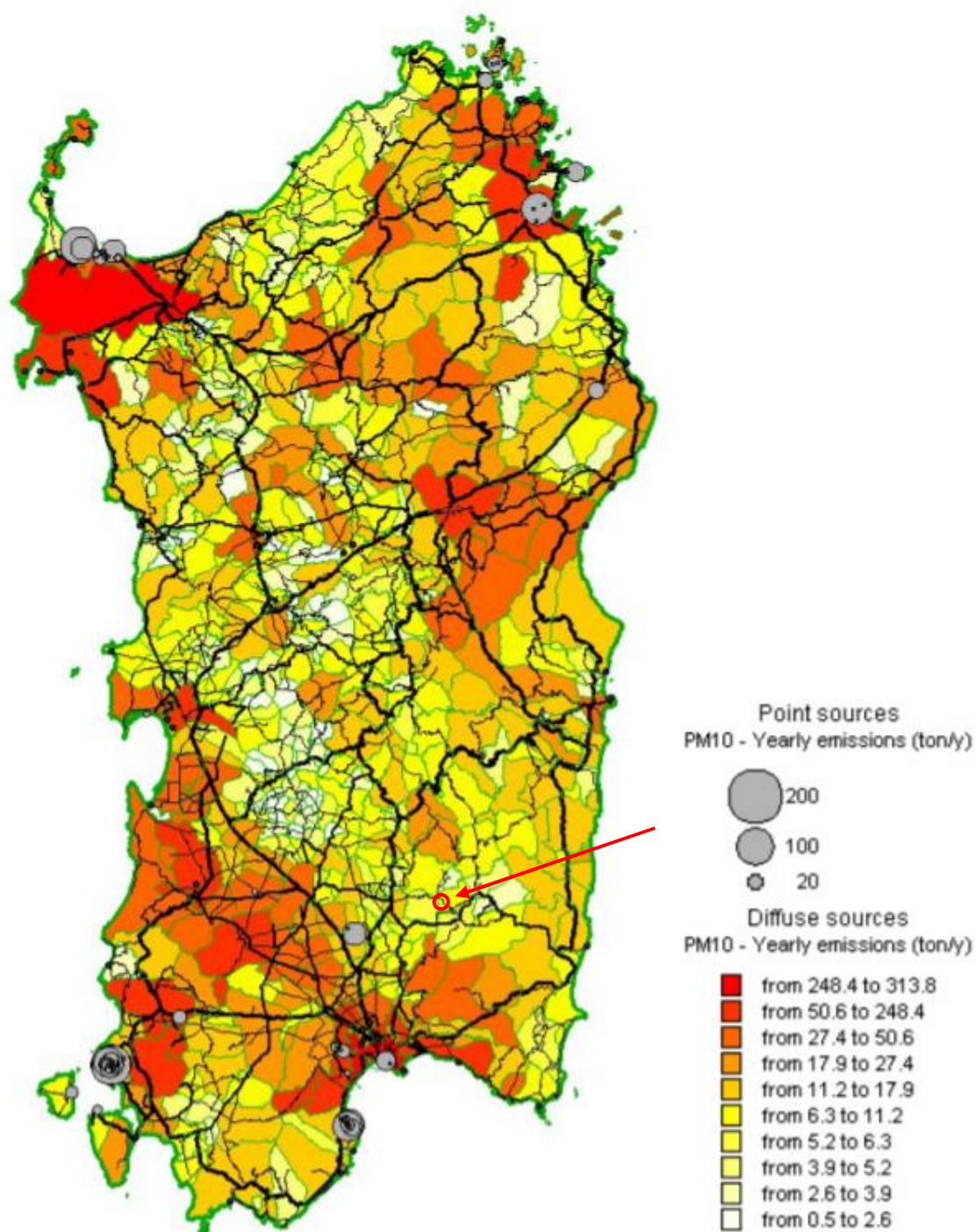


Fig. 69 – Distribuzione regionale delle emissioni di PM10



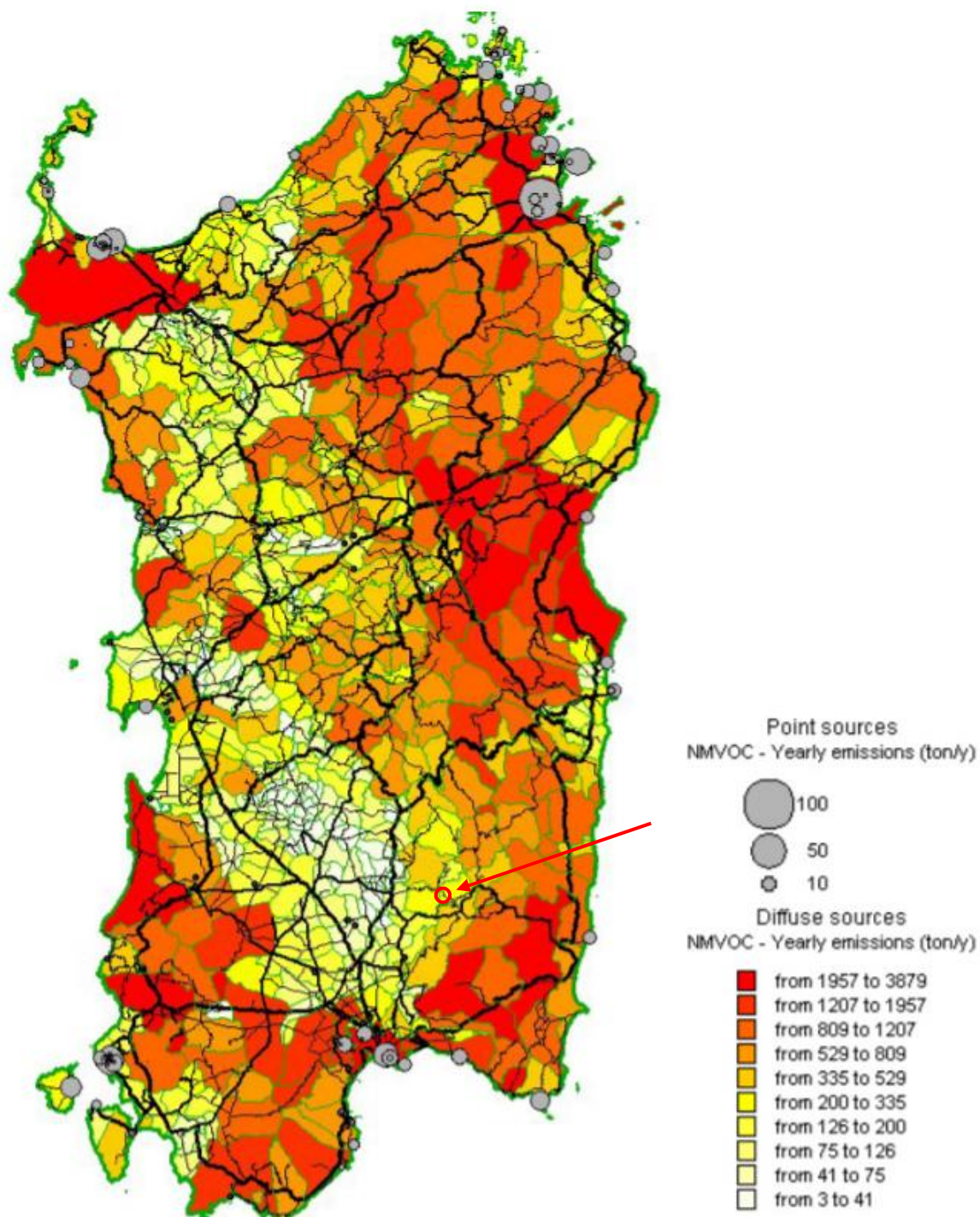


Fig. 70 – Distribuzione regionale delle emissioni di NMVOC

L'area di Silius – San Basilio – Goni si configura dunque come una delle zone del territorio regionale meno compromesse dal punto di vista della qualità dell'aria, risultando fra le meno soggette ad emissione di inquinanti gassosi e particolato. Non sono tuttavia disponibili dati puntuali di rilevamento, ragion per cui se ne prevede l'acquisizione in sede di Piano di Monitoraggio Ambientale (più oltre descritto).

### 5.2.2 Suolo e sottosuolo

Come anticipato, il territorio interessato dalla concessione mineraria si presenta per lo più roccioso ed arido, colonizzato in larga parte dalla macchia arbustiva.

I suoli sono quindi poco profondi (da 0 a 10-15 cm in genere), con tessitura da sabbioso – franco a franco – sabbiosa e con struttura poliedrica sub-angolare; si tratta di livelli permeabili con reazione subacida e soggetti ad erosione marcata se lasciati senza copertura vegetale.

Il suolo agrario è di origine autoctona, con rocciosità affiorante diffusa, porosità media, drenaggio buono; presenta scarsa sostanza organica, ridotta capacità idrica e ridotta percentuale di elementi nutritivi. Si tratta di un suolo sottile e poco fertili dal punto di vista agrario, riconducibile, secondo la classificazione SOIL TAXONOMY, agli "Inceptisuoli".

Gli affioramenti rocciosi nell'area di intervento sono diffusi e rappresentati in maggior parte da porfiriti e metavulcaniti acide: si tratta di rocce di origine vulcanica esogena, andate soggette ad un metamorfismo regionale di basso grado, caratterizzate da una discreta resistenza all'erosione chimico-fisica, e per questa ragione poco inclini all'alterazione superficiale ed allo sviluppo di suoli. La permeabilità primaria è molto bassa (rocce sostanzialmente impermeabili) ed i modesti volumi di circolazione idrica subsuperficiale sono contenuti esclusivamente nelle fasce fratturate associate alle strutture tettoniche principali (permeabilità secondaria).

Le aree minerarie, ed in particolare il cantiere di pozzo Centrale (area interessata dai principali interventi di ripresa dell'attività estrattiva), vedono anche la presenza di ingenti accumuli di materiale inerte (pietrame e brecce in particolare), in gran parte prodotto delle attività di scavo e di frantumazione di litologie non produttive (sterili): si tratta di materiale arido, a pezzatura grossolana, molto permeabile, meccanicamente molto stabile e resistente, utilizzato come riporto per i piazzali di miniera, con spessori di accumulo nelle sezioni più sviluppate non superiori ai 6-8 m, non caratterizzato da fenomeni di instabilità grazie anche alle ridotte pendenze del substrato roccioso su cui poggia.

### 5.2.3 Risorse idriche superficiali

Il territorio abbracciato dalla concessione mineraria, a quote più elevate rispetto a quello circostante e, come appena visto, privo di una circolazione idrica superficiale e subsuperficiale di una qualche rilevanza, ricade entro due piccoli bacini idrografici: il primo, comprendente i cantieri dei pozzi Centrale e Genna Tres Montis, appartiene al bacino del Flumendosa, verso cui le acque vengono convogliate per tramite del Rio Maguru; il secondo, comprendente i cantieri Muscadroxiu e Acqua Frida, appartiene invece al bacino del Flumini



Mannu, e comprende i sottobacini dei rii Conca Moi, Ortu e Acqua Frida, per chiudersi, con riferimento al territorio della miniera, alla confluenza del Rio Conca Moi col Rio Perda Campana.

Di seguito, si riportano dimensioni, quote e stralcio su base CTR dei due bacini idrografici.

Bacino	Superficie [km <sup>2</sup> ]	Quota max [m s.l.m.]	Quota min [m s.l.m.]
Rii Ortu, Conca Moi e Acqua Frida	3.5	Monte Ixi – 838.27	460
Rio Maguru	1.5	Monte Genna Tres Montis – 771.01	565

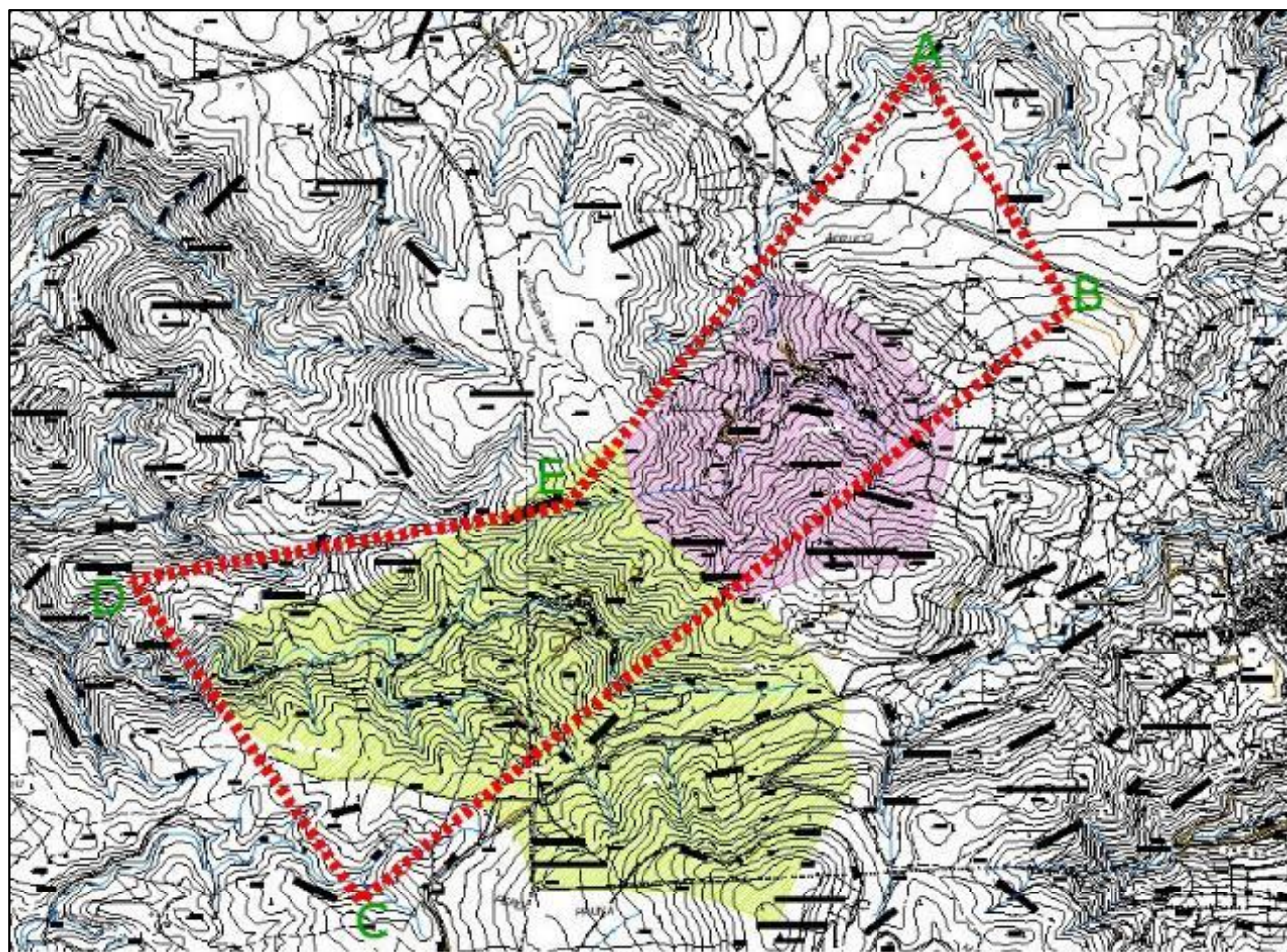


Fig. 71 – Individuazione dei bacini idrografici interni alla concessione mineraria: in giallo il bacino dei Rii Ortu, Conca Moi e Acqua Frida ed in magenta quello del Rio Maguru.

Nonostante la limitatissima estensione dei bacini, la collocazione di alcuni cantieri (MX, PC, GTM) lungo l'asse dei solchi vallivi, in caso di eventi meteorologici eccezionali, può determinare situazioni di forte criticità, acuite dall'assenza di opere di regimazione idraulica, mettendo a rischio la sicurezza degli impianti minerari.

#### 5.2.4 Risorse idriche sotterranee

Come già ricordato al paragrafo 2.2.5, la circolazione idrica sotterranea nell'area della miniera di Silius è legata alla particolare situazione geologica, caratterizzata da formazioni paleozoiche con caratteristiche litologiche molto diverse tra loro e da una tettonica, derivata da più fasi orogenetiche, alquanto complessa. In relazione alla scarsa permeabilità primaria delle formazioni rocciose metamorfiche paleozoiche, che costituiscono l'ossatura geologica del territorio, la circolazione idrica sotterranea del settore in esame è unicamente riferibile agli acquiferi fratturati che interessano l'ammasso roccioso.

Il complesso filoniano mineralizzato, sottoposto a coltivazione mineraria, rappresenta, assieme ai sistemi di fratturazione minori che interessano la roccia incassante, un'importante struttura di focalizzazione della circolazione idrica sotterranea, a causa principalmente del suo stato di fratturazione, nonché delle sue caratteristiche giaciturali e di rimarcabile continuità spaziale.

Attualmente l'impianto di eduazione della miniera, ubicato al livello più profondo (+60 s.l.m.), pompa in superficie attraverso il pozzo Centrale una quantità d'acqua variabile nel corso dell'anno, in funzione della piovosità, fra 800 e 1100 m<sup>3</sup>/giorno (pari a 9-15 l/s): tale quantitativo, se rapportato all'enorme volume delle gallerie minerarie e degli acquiferi fratturati interconnessi dalle medesime gallerie, è irrisorio e sintomo di una circolazione idrica sotterranea modesta.

Le **acque di eduazione** vengono da diversi anni sottoposte ad analisi periodiche.

Durante l'esercizio della miniera (fino al 1° quadrimestre 2006) le acque edotte sono risultate al di sopra dei limiti di cui alla tabella 3 dell'all. 5 del D. Lgs. 152/99 quasi sempre per quanto riguarda le concentrazioni di Zn, di frequente per quanto riguarda Cr e Pb e saltuariamente per quanto riguarda solfuri e fluoruri. In tutti i casi si tratta di inquinanti 'naturali' (il cosiddetto 'fondo'), legati alla particolare composizione delle rocce e dei giacimenti minerari attraversati. L'impianto di depurazione chimico-fisico di GTM ha peraltro sempre riportato i valori entro la norma per cui l'acqua riversata nei rii Maguru e Ortu è sempre risultata idonea all'utilizzo dalla popolazione per le attività agricole e zootecniche.

Con la fermata dei lavori, si è registrato un netto miglioramento della qualità delle acque, con tutti gli inquinanti (eccettuato lo Zn) rimasti quasi sempre entro i limiti di cui alla tabella 3 dell'Allegato 5 del D.lgs. 152/99 e s.m.i.: la ragione è essenzialmente legata alla minor mobilitazione del particolato solido derivato dalla lavorazione del giacimento e contenente i metalli in questione (sotto forma di solfuri soprattutto)

Il monitoraggio procede tuttora, con un prelievo/analisi su base mensile delle acque in ingresso (acque di eduazione) ed in uscita all'impianto di trattamento.

Il campionamento più recente messo a disposizione della Direzione della miniera (rapporti di laboratorio certificato Ecocontrol di Villa San Pietro – CA – n. **18LA00790** e n. **18LA00791** del **30.08.2018**) mostra la seguente situazione:

Parametro	u.m.	Limiti	Acque eduzione	Acque trattate
pH	unità pH	5.5-9.5	8.02	9.02
Colore			Assente	Assente
Temperatura	°C		26.1	24.0
Odore	mg/l		Assente	Assente
Solidi sospesi totali	mg/l	≤80	15.2	1.0
BOD5	mg/l	≤40	2.8	2.4
COD	mg/l	≤160	6.2	5.3
Alluminio	mg/l	≤1	0.243	0.017
Cadmio	mg/l	≤0.02	0.0560	0.010
Ferro	mg/l	≤2	0.412	0.033
Manganese	mg/l	≤2	0.161	0.031
Nichel	mg/l	≤2	0.012	0.006
Piombo	mg/l	≤0.2	0.054	0.013
Rame	mg/l	≤0.1	<0.010	<0.010
Zinco	mg/l	≤0.5	4.119	0.450
Solfuri	mg/l	≤1	<0.1	<0.1
Solfiti	mg/l	≤1	4.02	0.92
Solfati	mg/l	≤1000	530	461.0
Fluoruri	mg/l	≤6	3.42	2.96
Fosforo totale	mg/l	≤10	0.16	<0.05
Azoto ammoniacale	mg/l	≤15	0.22	<0.01
Azoto nitroso	mg/l	≤0.6	<0.06	<0.06
Azoto nitrico	mg/l	≤20	0.15	0.15
Tensioattivi totali	mg/l	≤2	<0.25	<0.25
Escherichia coli	UCF/100ml	≤5000	15	<1
Saggio tossicità acuta	%	≤50	90	30

Fig. 72 – Prospetto di campionamento del 30.08.2018 delle acque edotte prima e dopo il trattamento

Risulta quindi evidente come, anche in assenza di attività estrattiva, alcuni parametri risultino naturalmente fuori limite, ed allo stesso tempo come l'impianto di trattamento acque in esercizio presso il pozzo GTM sia in grado di riportare tutte le sostanze monitorate, prima del recapito in corpo idrico recettore, entro i limiti di legge, come peraltro accadeva anche durante l'esercizio operativo della miniera.

Il mantenimento in efficienza dell'impianto di depurazione acque è dunque elemento essenziale del programma di ripresa dell'attività mineraria.



Per quanto riguarda invece le **sorgenti**, molto interessante in merito è l'analisi riportata nello Studio di Impatto Ambientale associato al Piano Industriale FDS del 2007 (ed allegato ai documenti di Bando), i cui esiti vengono di seguito riportati.

La verifica condotta sul territorio circa le conseguenze storiche dell'alterazione della circolazione idrica sotterranea da parte della miniera, ha evidenziato che, dalla data di avvio dello sfruttamento industriale della miniera (secondo dopoguerra), non sono stati registrati casi di scomparsa di vecchie sorgenti, né è stato possibile osservare modificazioni significative delle loro portate o di quelle dei corsi d'acqua della zona.

Anche l'attribuzione alla miniera della scomparsa della sorgente nella zona di Acqua Frida, che tempo addietro alimentava una parte dell'acquedotto di S. Basilio, è risultata falsa, in quanto si è potuto riscontrare come la sorgente sia tutt'oggi presente sulle falde del Monte Ixi e come la mancata alimentazione a S. Basilio tragga origine dal danneggiamento dell'acquedotto a valle dell'emergenza idrica.

Al fine di ricavare ulteriori possibili elementi di conoscenza relativi ad eventuali interferenze dei lavori minerari sulla circolazione idrica sotterranea dell'area, i professionisti incaricati da FDS hanno eseguito un confronto tra i dati cartografici disponibili (base topografica IGM 1:25.000 anno 1956; base topografica IGM 1:25.000 anno 1989; CTR regionale 1:10.000 anno 1997) relativamente alla presenza di sorgenti nell'area (rif. tavola seguente). Pur non trattandosi di un'analisi fondata su criteri scientifici, emerge chiaramente come i lavori minerari non abbiano comportato un'interferenza sulla circolazione idrogeologica dell'area tale da determinare il disseccamento generalizzato delle sorgenti presenti nell'area (non a caso il complesso delle sorgenti segnalate nella serie del 1956 tende ad essere riproposto da una o da entrambe le serie di cartografia successiva). Analogamente non appare verificabile un fenomeno di scomparsa di sorgenti nell'intervallo 1989-1997. Alla scala più locale e della singola segnalazione si osservano condizioni notevolmente variate, risultando rappresentate tutte le possibili combinazioni: località segnalate nel '56 e non più verificate (un caso presso l'abitato di Silius, probabilmente però legato ad un problema di rappresentazione dell'effettiva localizzazione e un altro caso a sud-est di Monte Ixi), sorgenti prima segnalate, poi scomparse e poi ancora segnalate, sorgenti presenti solo nella cartografia più recente, ecc..

Per quanto attiene all'area più vicina al settore interessato dai lavori in sottterraneo, è possibile verificare un discreto numero di sorgenti (due presso Bruncu Omos, una tra il cantiere di S'Acqua Frida e Bruncu Pei Cani, altre due a nord-est e a sud-ovest di Is Bruncus) che risultano segnalate nelle serie IGM del '56 e del '89, mentre risultano assenti nella rappresentazione della CTRn del '97. Si tratta in realtà di deboli scaturigini superficiali prive di significativi bacini idrogeologici alimentatori, tuttora riscontrabili sul campo, la cui attività appare strettamente correlata agli afflussi pluviometrici.

Non è risultato viceversa possibile stabilire se nell'arco di tempo considerato si siano verificate variazioni significative in termini di portata e di regime delle stesse sorgenti.

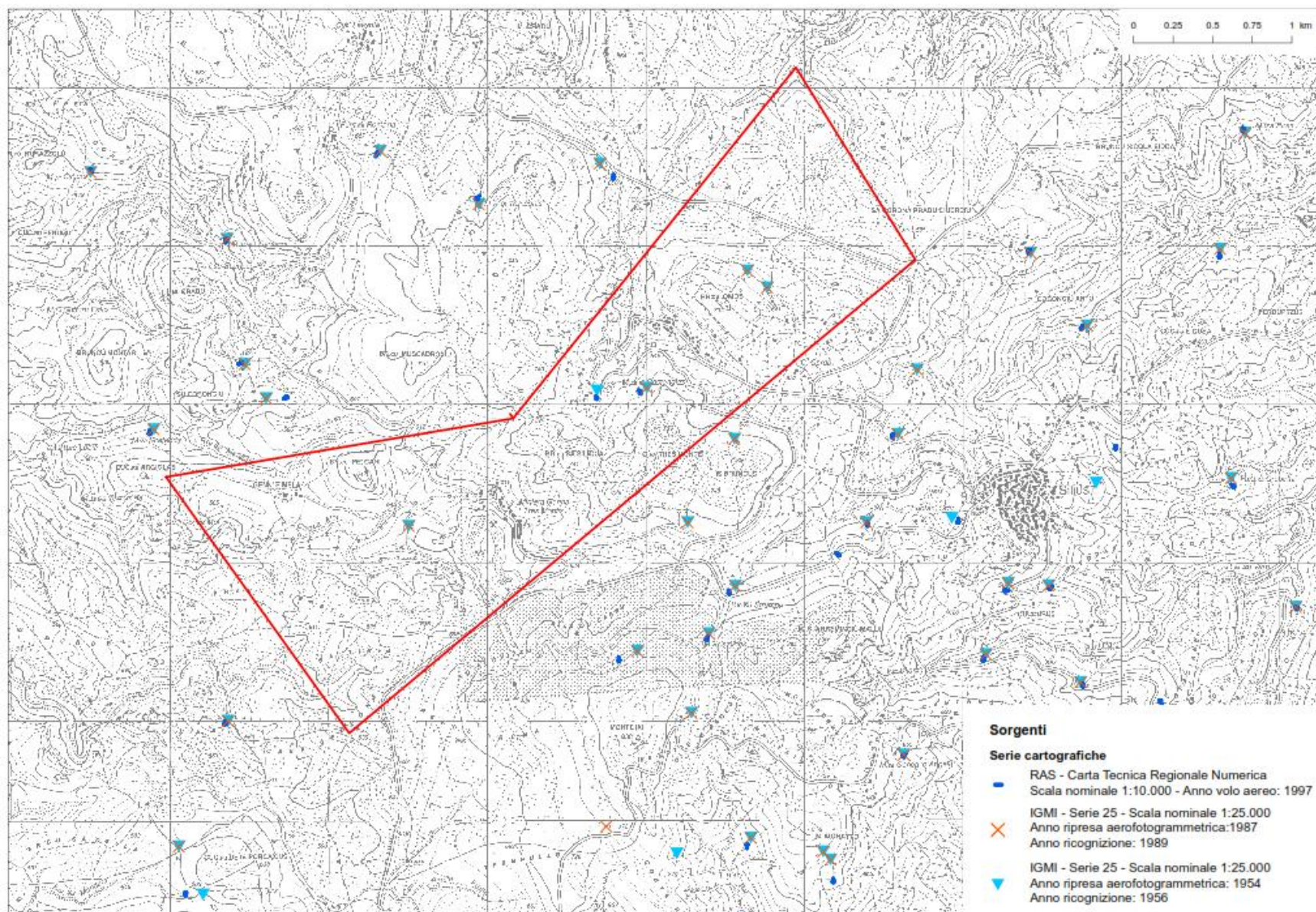


Fig. 73 – Distribuzione delle sorgenti nelle cartografie storiche relative alle aree circostanti la concessione mineraria

Il quadro sorgentizio delineato, peraltro, risulta coerente con il quadro idrogeologico, che individua il giacimento filoniano di Silius come acquifero indipendente, contenuto per lo più nel corpo mineralizzato e nelle strutture fragili ad esso intimamente connesse.

Ne è conferma anche il fatto che:

- a. la sorgente di Is Castangias, posta all'interno del cantiere di pozzo Centrale, non solo non ha subito alcuna variazione per effetto dei lavori in sotterraneo e/o in superficie, ma continua a rappresentare la principale alimentazione di tutti i servizi di superficie di pozzo Centrale e di GTM;
- b. il vicino campo di pozzi e sorgenti di Is Alinos (il più rilevante dell'area), distante in linea d'aria circa 1 km dal filone ma allineato su di una struttura tettonica disassata rispetto alla cassa filoniana, non risulta aver subito alcuna interferenza dall'espansione e dall'approfondimento progressivo dei lavori minerari.

### 5.2.5 Vegetazione

L'analisi del comparto vegetale è scomponibile in due sottoaspetti: flora e vegetazione.

Con il primo termine ci si riferisce al numero di specie vegetali presenti nell'area in esame, con il secondo l'attenzione è invece rivolta alla struttura della copertura vegetale e alle sue naturali tendenze successionali. Il fattore che più di altri determina le caratteristiche floristiche e vegetazionali è rappresentato dal clima, il quale genera le macro-caratteristiche ambientali cui le essenze devono adattarsi. Un altro fattore è poi rappresentato dalla morfologia del territorio che può interagire con le caratteristiche climatiche e che, su scale inferiori, può generare condizioni che favoriscono differenzialmente le specie vegetali (Flora) e le relative associazioni tipiche di ogni distretto (Vegetazione).

#### 5.2.5.1 *Inquadramento area vasta*

Gli elementi storico-genetici della flora della Sardegna indicano la sua appartenenza alla regione biogeografica mediterranea; dal punto di vista bioclimatico, il territorio ricade nei macrobioclimi mediterraneo e temperato, con quest'ultimo nella variante submediterranea<sup>1</sup>.

In relazione ai piani bioclimatici, alla morfologia, alle diverse litologie ed ai differenti tipi di suolo si possono distinguere in Sardegna diverse tipologie di paesaggio vegetale, riferite a distretti forestali omogenei.

L'intervento si collocherà all'interno del distretto forestale numero 22, denominato basso Flumendosa.

---

<sup>1</sup> Informazioni tratte dalla relazione generale del Piano Forestale Ambientale Regionale della Sardegna .



Il distretto, a livello potenziale, si caratterizza per la netta prevalenza di due serie principali rispettivamente per il Leccio e per la Sughera. Nel primo caso domina la serie sarda, termo meso mediterranea del Leccio (rif serie 13), nel secondo la serie sarda termo meso mediterranea della Sughera ( rif. Serie 19).

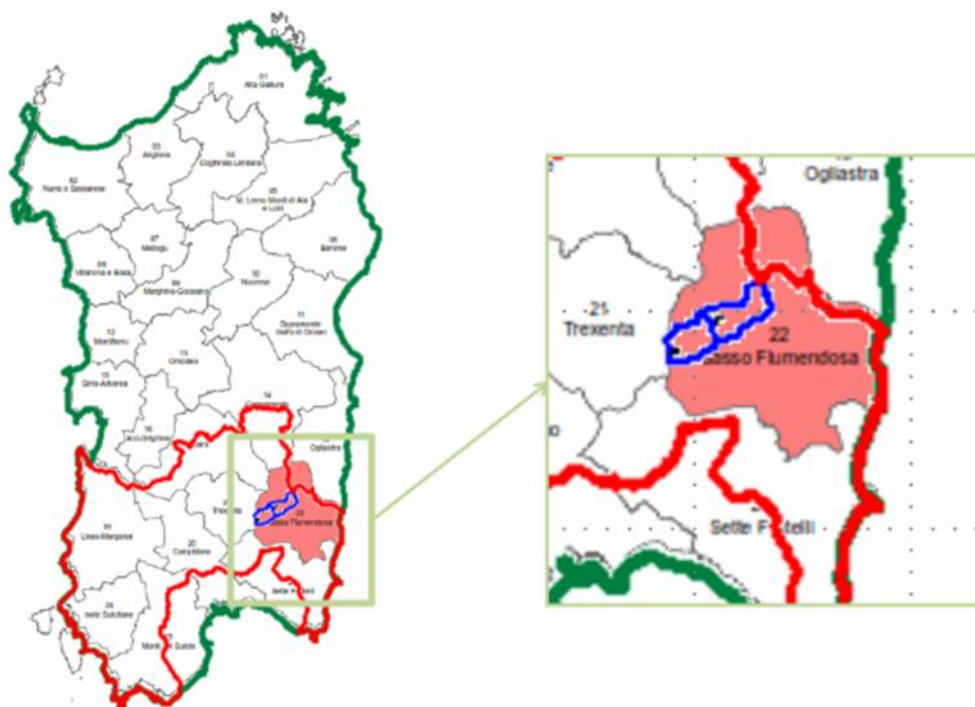


Fig. 74 – Distretti forestali della Sardegna: i poligoni blu indicano i limiti dei territori di Silius e Ballao



Fig. 75 - Stralcio Tav. 3 allegata alla scheda del distretto 22 del Piano Forestale Ambientale Regionale

La serie del Leccio è presente nelle condizioni termo mediterranea superiore e meso mediterranea inferiore. La vegetazione potenziale è costituita da boschi climatofili a *Quercus ilex* con *Juniperus oxycedrus*, *J. phoenicea* e *Olea europaea* var. *sylvestris*. Lo strato arbustivo presenta *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo*.

La sub associazione *Quercetosum ilicis* è ampiamente rappresentata nel sub-distretto ad altitudini comprese tra 150 e 600 mslm, con interessanti boschi ad alto fusto nel territorio di Silius e S. Nicolò Gerrei.

La subassociazione *Phillyreetosum angustifoliae*, tipicamente silicicola, si rinviene ad altitudini tra 50 e 150 mslm: è meno diffusa e presenta una maggiore degradazione dovuta all'azione antropica diretta ed indiretta. Sono infatti molto comuni le cenosi di sostituzione della lecceta rappresentate dalla macchia alta dell'associazione *Erica arborea*-*Arbutetum unedonis*. Sui substrati acidi le comunità arbustive sono riferibili all'associazione *Pistacio lentisci calicotometum villosae*, mentre sui substrati più alcalini all'associazione *Clematido cirrhosae*-*Pistacietum lentisci*.

Un'ulteriore fase di degradazione ampiamente diffusa è data dalle estese garighe a *cistus monspeliensis* (*Lavandulo stoechadis*-*Cistetum monspeliensis*), tipiche delle aree ripetutamente percorse da incendio, fino ai prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* ed alle comunità terofitiche della classe *Tuberarietea guttatae*.

Le sugherete dell'associazione *Galio scabri*-*Quercetum suberis*, sono presenti ad altitudini comprese tra 50 e 400 mslm nelle zone pedemontane di tutto il settore centro-orientale del distretto ed in quelli orientali (Goni, Silius e S. Nicolò Gerrei), con cenosi interessanti in territorio di Silius.

La vegetazione di questa serie si sviluppa su substrati intrusivi e talvolta su metamorfico (subass. *Rhamnetosum alaterni*). Lo stadio forestale è in relazione catenale ed evolutiva con formazioni arbustive riconducibili all'associazione *Erica armoreae* -a *Arbutetum unedonis* che degradano ulteriormente verso garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salviflorus* per terminare in prati emicriptofitici e terofitici.

#### 5.2.5.2 Area di studio

Posto che il presente SIA tratta gli interventi previsti nella **fase 1** di ripresa dell'attività mineraria (essendo quelli di fase 2 condizionati all'esito della ricerca mineraria), le aree oggetto di analisi vegetazionale sono quelle circostanti il cantiere di pozzo Centrale, dove saranno concentrate tutte le nuove attività in esterno della miniera, demandando invece all'eventuale addendum del SIA per gli interventi di fase 2 le analisi relative al sito di Ballao (imbocco nuova galleria di base e area nuova collocazione impianti di trattamento).



Si rileva al proposito come le due aree, pur collocandosi all'interno del medesimo distretto forestale, differiscano in termini di altitudine e di uso del suolo, con la conseguenza di presentare assetti vegetazionali e floristici piuttosto diversi, che tuttavia, come riscontrato dalle osservazioni su campo, appaiono coerenti con la caratterizzazione descritta nel Piano Forestale Regionale, pur nell'evidenza dell'interferenza antropica diretta e indiretta.

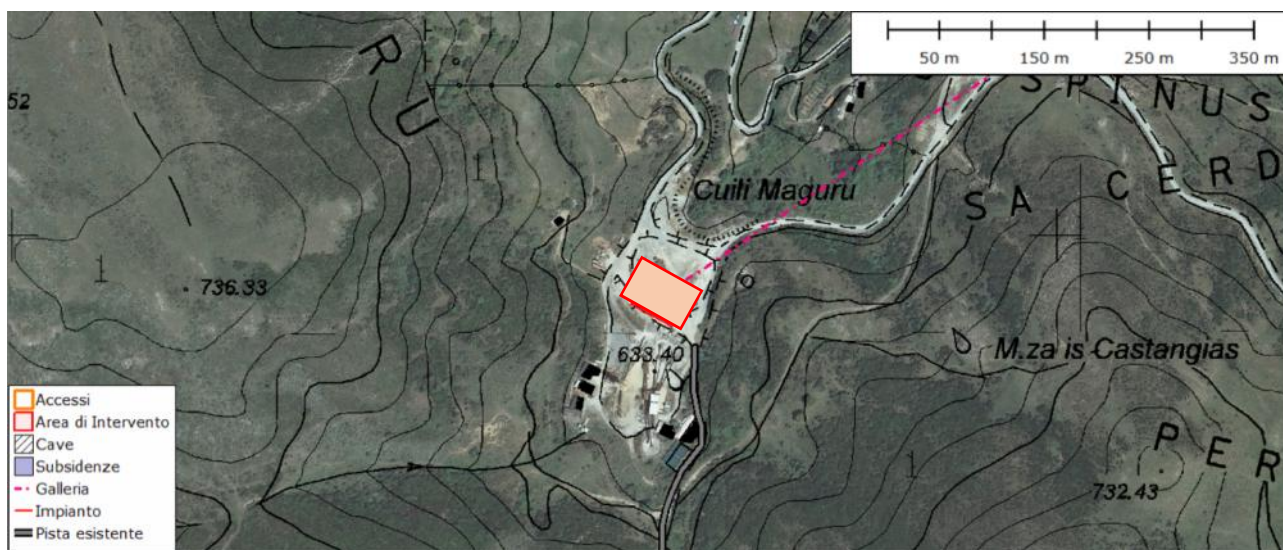
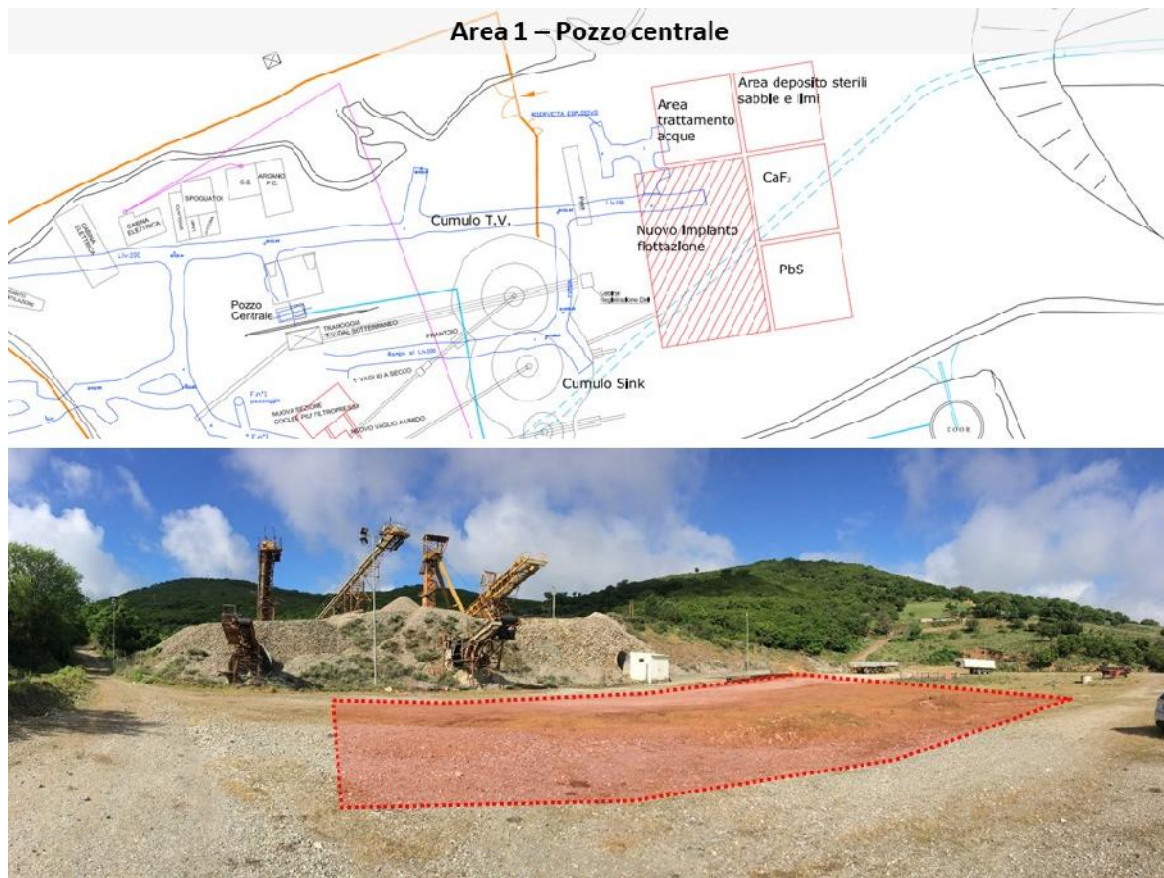


Fig. 76 - Sovrapposizione su ortofoto (base WMS Portale Cartografico Nazionale) dell'area di inserimento del nuovo impianto di flottazione di pozzo Centrale



Fig. 77 - Vista da modello digitale del terreno (base Google Earth 2018) dell'area di inserimento del nuovo impianto di flottazione di pozzo Centrale



*Fig. 78 - Stralcio della planimetria di progetto e vista della porzione di piazzale in cui verranno realizzate le nuove infrastrutture*

L'area interferita è priva di elementi di rilievo, essendo di fatto asservita all'attività mineraria. Non si riscontra una copertura vegetale e non sussistono elementi ecologici potenzialmente esposti al disturbo dell'intervento.

La cartografia tematica relativa all'uso del suolo conferma le osservazioni appena esposte.



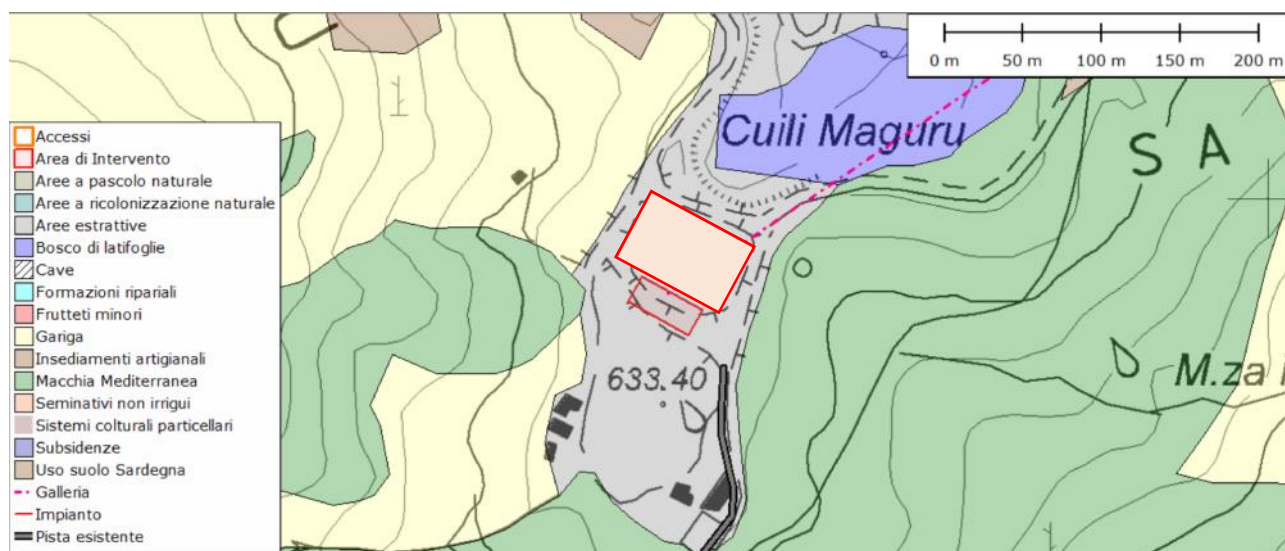


Fig. 79 - Stralcio della Carta di uso del suolo relativa alle aree di pozzo Centrale. Le nuove strutture rientrano nella perimetrazione delle aree estrattive, sulle quali non vengono riconosciuti elementi naturali

Il piazzale antistante il Pozzo Centrale appare dunque privo di elementi di valore ecologico che possano subire interferenza o disturbo dalla realizzazione delle nuove infrastrutture.

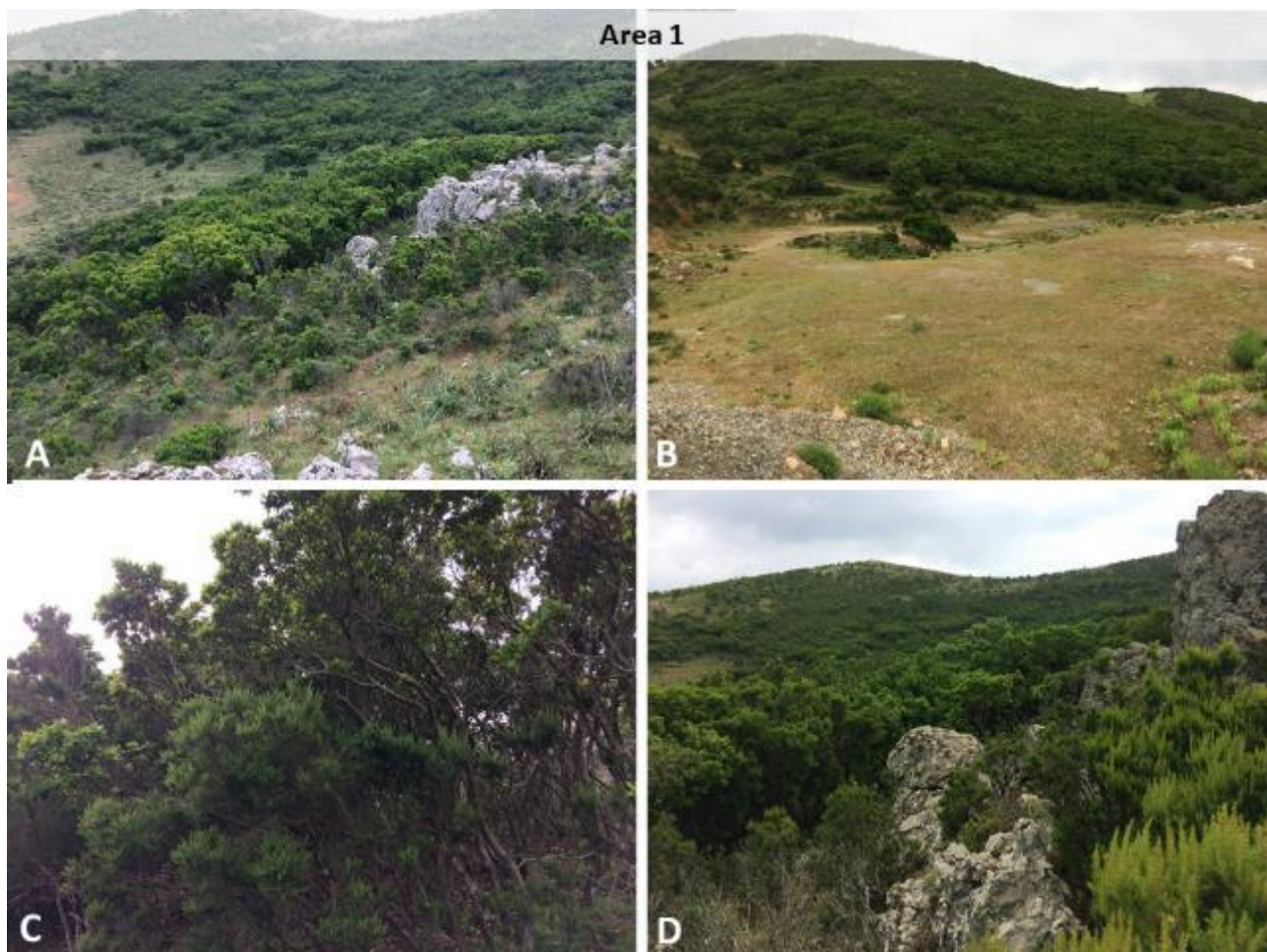
Più in generale, anche nelle aree esterne ai compendi minerari, si rileva come la vegetazione riscontrata mostri un'evidente vocazionalità per le tipologie mediterranee, in coerenza con le serie vegetazionali descritte per l'area vasta sia dal punto di vista floristico che dal punto di vista strutturale.

Tuttavia la marcata impronta antropica, legata principalmente alla pastorizia, agisce prevalentemente modificando la struttura di vegetazione, limitando le dinamiche di sviluppo verso formazioni forestali strutturate, a tutto vantaggio degli stadi più degradati di macchia e di gariga.

Il risultato finale è un paesaggio vegetale limitato nelle proprie potenzialità ecologiche, con ridotte possibilità di svolgere un ruolo di habitat funzionale a specie animali sensibili.

Si può quindi rilevare come la macchia sia lo stadio vegetazionale più avanzato, composto tuttavia con grande prevalenza a *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo* nello strato arbustivo superiore; nello strato arbustivo inferiore si rileva la presenza di *Cistus monspelliensis* e di *Erica arborea*, essenze, queste che appaiono dominanti negli ampi spazi dove la copertura è degradata ad una gariga, nei quali (viste le evidenze della presenza di animali al pascolo) la pressione esercitata da Ovini e Bovini determina una ridotta potenzialità di sviluppo vegetazionale fino a ridurre la copertura ad un livello erbaceo di modesto sviluppo. I pur sporadici esemplari di *Quercus suber* infine, consentono di affermare che la copertura osservata risulta coerente con

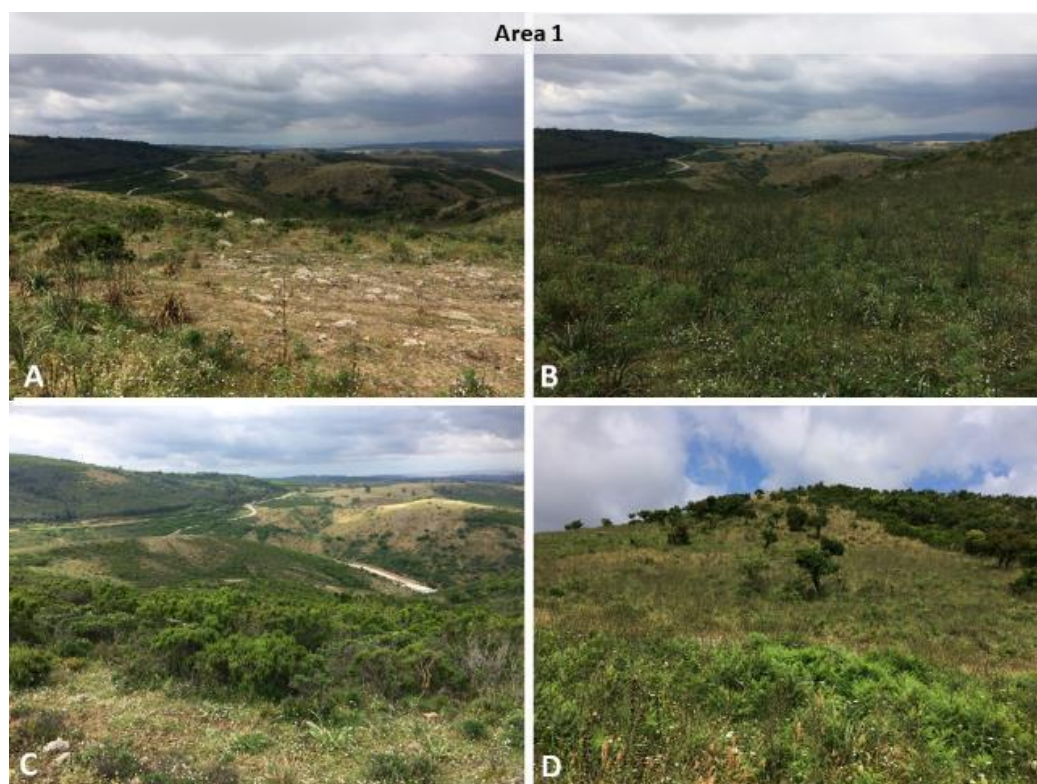
la serie di vegetazione n 19, individuata per le aree esaminate, relativamente alla quale, la condizione di climax vegetazionale è rappresentata in effetti dalla sughereta.



*Fig. 80 - Immagini dei versanti a SE del sito di pozzo Centrale. In A e B panoramiche delle coperture a macchia, in C e D dettagli della struttura vegetazionale, dominata da A. unedo nello strato arbustivo superiore, cui si affianca E. arborea nello strato arbustivo inferiore*

Fra gli ulteriori elementi di disturbo si segnalano infine le aree estrattive dismesse dell'ex cava di prestito Mineralcava, dove, al di là dell'evidente mancanza di vegetazione strutturata, il processo di ricolonizzazione spontanea è già avviato ed in alcuni punti la copertura può già essere riconducibile alla gariga.





*Fig. 81 - Viste dei versanti a SW di pozzo Centrale, con copertura dominata da prati (A e B) frammisti a rade coperture arbustive (C) ed evidenze (D) di frammentazione della macchia dovuta al pascolo*



*Fig. 82 - Vista ex Mineralcava, a S di pozzo Centrale, con evidenze del processo di ricolonizzazione in corso*



### 5.2.6 Fauna

L'inquadramento faunistico dell'area viene svolto sulla base di:

- osservazioni dirette svolte su campo
- analisi della bibliografia disponibile
- analisi degli strumenti di pianificazione territoriale in materia faunistica.

L'area oggetto di analisi appartiene ad un contesto di diffusa interferenza antropica, considerati soprattutto:

1. il disturbo rappresentato dalle strutture della miniera;
2. il disturbo esercitato dal pascolo, che limita il trend successionale della vegetazione e impedisce l'evoluzione verso le formazioni di climax;
3. il disturbo esercitato dall'attività agricola, che sostituisce completamente la vegetazione spontanea con le colture produttive, sostituendo gli habitat originari.

Ne consegue che lo spettro faunistico atteso nei siti esaminati è giocoforza influenzato dall'interferenza antropica, che limita la presenza delle specie animali a quelle che, per tipologia di habitat frequentato e per sensibilità all'uomo, sono in grado di sopportare il disturbo umano.

Le specie potenzialmente presenti sono state selezionate dallo spettro della fauna della Sardegna sulla base dell'areale di distribuzione e dell'idoneità agli habitat presenti nell'intorno delle aree interessate dagli interventi (le informazioni su idoneità e distribuzione sono state reperite in Boitani L, Corsi F., Falcucci A., Marzetti I., Masi M., Montemaggiori A., Ottaviani D., Reggiani G., Rondinini C. 2002. Rete Ecologica Nazionale, un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani. Min. Ambiente e del Territorio).

Sulla base delle evidenze raccolte nei rilievi vegetazionali in sito è già possibile affermare che le aree direttamente interessate dagli interventi in progetto non ospitano al momento habitat che possano essere ritenuti preferenziali o di elezione per nessuna specie che non sia connotata da una elevata valenza ecologica.

Le specie di seguito indicate sono quelle che, in termini di attitudini ecologiche complessive e spettro distributivo regionale, hanno una maggiore probabilità di essere presenti nell'intorno dell'area vasta entro cui si inserisce l'intervento in progetto.



Classe	Ordine	Nome scientifico	Nome comune
Amphibia	Anura	<i>Bufo viridis (balearicus)</i>	Rospo smeraldino
	Anura	<i>Discoglossus sardus</i>	Discoglossso sardo
	Anura	<i>Hyla sarda</i>	Raganella sarda
	Anura	<b><i>Rana klepton esculenta</i></b>	<b><i>Rana esculenta</i></b>
Aves	Accipitriformes	<i>Accipiter gentilis arrigonii</i>	Astore sardo
	Accipitriformes	<i>Accipiter nisus</i>	Sparviero
	Accipitriformes	<i>Aquila chrysaetos</i>	Aquila reale
	Accipitriformes	<b><i>Buteo buteo subsp. arrigonii</i></b>	<b>Poiana sarda</b>
	Accipitriformes	<i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude
	Accipitriformes	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	Aquila del Bonelli
	Accipitriformes	<i>Milvus milvus</i>	Nibbio reale
	Accipitriformes	<i>Pandion haliaetus</i>	Falco pescatore
	Apodiformes	<i>Tachymarpis melba</i>	Rondone maggiore
	Bucerotiformes	<b><i>Upupa epops</i></b>	<b>Upupa</b>
	Charadriiformes	<i>Actitis hypoleucos</i>	Piro piro piccolo
	Charadriiformes	<i>Burhinus oedinemus</i>	Occhione
	Charadriiformes	<i>Charadrius dubius</i>	Corriere piccolo
	Charadriiformes	<i>Tringa ochropus</i>	Piro piro culbianco
	Columbiformes	<i>Columba palumbus</i>	Colombaccio
	Coraciiformes	<b><i>Alcedo atthis</i></b>	<b>Martin pescatore</b>
	Coraciiformes	<b><i>Merops apiaster</i></b>	<b>Gruccione</b>
	Falconiformes	<i>Falco eleonorae</i>	Falco della regina
	Falconiformes	<i>Falco peregrinus subsp. brookei</i>	Falco pellegrino
	Falconiformes	<b><i>Falco tinnunculus</i></b>	<b>Gheppio</b>
	Gruiformes	<b><i>Fulica atra</i></b>	<b>Folaga</b>
	Gruiformes	<b><i>Gallinula chloropus</i></b>	<b>Gallinella d'acqua</b>
	Gruiformes	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Pollo sultano
	Gruiformes	<b><i>Tetrax tetrax</i></b>	<b>Gallina prataiola</b>
	Passeriformes	<b><i>Carduelis carduelis subsp. tschusii</i></b>	<b>Cardellino</b>
	Passeriformes	<b><i>Carduelis chloris</i></b>	<b>Verdone</b>
	Passeriformes	<i>Carduelis corsicana</i>	Venturone corso
	Passeriformes	<i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale
	Passeriformes	<b><i>Erithacus rubecula</i></b>	<b>Pettiorosso</b>
	Passeriformes	<b><i>Fringilla coelebs</i></b>	<b>Fringuello</b>
	Passeriformes	<b><i>Garrulus glandarius subsp. ichnusae</i></b>	<b>Ghiandaia di Sardegna</b>
	Passeriformes	<b><i>Hirundo rustica</i></b>	<b>Rondine</b>
	Passeriformes	<i>Lanius collurio</i>	Averla piccola
	Passeriformes	<i>Lanius senator</i>	Averla capirossa
	Passeriformes	<b><i>Muscicapa striatasubsp. tyrrhenica</i></b>	<b>Pigliamosche</b>
	Passeriformes	<b><i>Parus ater subsp. sardus</i></b>	<b>Cincia mora sarda</b>
	Passeriformes	<b><i>Parus caeruleus</i></b>	<b>Cinciarella</b>
	Passeriformes	<i>Parus major subsp. ecki</i>	Cinciallegria sarda
	Passeriformes	<b><i>Phoenicurus ochruros</i></b>	<b>Codirosso spazzacamino</b>
	Passeriformes	<b><i>Regulus regulus</i></b>	<b>Regolo</b>
	Passeriformes	<i>Serinus serinus</i>	Verzellino
	Passeriformes	<i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto
	Passeriformes	<i>Sylvia sarda</i>	Magnanina sarda
	Passeriformes	<b><i>Turdus merula</i></b>	<b>Merlo</b>
	Passeriformes	<i>Turdus philomelos</i>	Tordo bottaccio
	Passeriformes	<i>Turdus viscivorus</i>	Tordela

	Pelacaniformes	<i>Egretta garzetta</i>	Garzetta
	Procellariiformes	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Uccello delle tempeste
	Strigiformes	<b><i>Asio otus</i></b>	<b>Gufo comune</b>
	Strigiformes	<b><i>Athene noctua</i></b>	<b>Civetta</b>
	Strigiformes	<i>Otus scops</i>	Assiolo
	Strigiformes	<i>Tyto alba</i>	Barbagianni
Mammalia	Artiodactyla	<i>Cervus elaphus corsicanus</i>	Cervo sardo
	Artiodactyla	<b><i>Ovis orientalis musimon</i></b>	<b>Muflone</b>
	Artiodactyla	<b><i>Sus scrofa meridionalis</i></b>	<b>Cinghiale sardo</b>
	Carnivora	<i>Felis lybica sarda</i>	Gatto selvatico
	Carnivora	<i>Martes martes latinorum</i>	Martora sarda
	Carnivora	<i>Mustela nivalis boccamela</i>	Donnola sarda
	Carnivora	<b><i>Vulpes vulpes ichnusae</i></b>	<b>Volpe sarda</b>
	Erinaceomorpha	<b><i>Erinaceus europaeus italicus</i></b>	<b>Riccio</b>
	Lagomorpha	<b><i>Lepus capensis mediterraneus</i></b>	<b>Lepre sarda</b>
	Lagomorpha	<b><i>Oryctolagus cuniculus</i></b>	<b>Coniglio selvatico</b>
	Rodentia	<b><i>Eliomys quercinus sardus</i></b>	<b>Quercino sardo</b>
	Rodentia	<b><i>Glis glis</i></b>	<b>Ghiro</b>
	Rodentia	<b><i>Apodemus sylvaticus</i></b>	<b>Topolino selvatico</b>
	Rodentia	<b><i>Mus domesticus</i></b>	<b>Topolino delle case</b>
	Soricomorpha	<i>Crocidura pachyura pachyura</i>	Crocidura sarda
	Soricomorpha	<i>Suncus etruscus</i>	Mustiolo
	Chiroptera	<b><i>Myotis spp</i></b>	<b>Vespertili</b>
	Chiroptera	<i>Eptesicus serotinus</i>	
	Chiroptera	<i>Miniopterus schreibersi</i>	Miniottero di Schreiber
	Chiroptera	<i>Nyctalus leisleri</i>	Nottola
	Chiroptera	<i>Plecotus auritus</i>	Orecchione
	Chiroptera	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello minore
	Chiroptera	<i>Hypsugo savii</i>	
Reptilia	Squamata	<i>Algyroides fitzingeri</i>	Algiroide tirrenico
	Squamata	<i>Chalcides chalcides</i>	Luscengola
	Squamata	<i>Chalcides ocellatus tiligugu</i>	Gongilo
	Squamata	<i>Euleptes europaea</i>	Tarantolino
	Squamata	<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	Colubro ferro di cavallo
	Squamata	<b><i>Hierophis viridiflavus</i></b>	<b>Biacco</b>
	Squamata	<i>Natrix maura</i>	Natrice viperina
	Squamata	<i>Natrix natrix cettii</i>	Natrice del Cetti
	Squamata	<b><i>Podarcis sicula cettii</i></b>	<b>Lucertola campestre</b>
	Squamata	<i>Podarcis tiligueratiliguerata</i>	Lucertola tirrenica
	Squamata	<b><i>Tarentola mauritanica</i></b>	<b>Tarantola muraiola</b>
	Squamata	<i>Zamenis longissimus</i>	Saettone
	Testudines	<i>Emys orbicularis</i>	Testuggine palustre
	Testudines	<i>Testudo graeca graeca</i>	Testuggine greca
	Testudines	<b><i>Testudo hermanni</i></b>	<b>Testuggine di Hermann</b>
	Testudines	<i>Testudo marginata</i>	Testuggine marginata

Fig. 83 - Elenco delle specie che, in termini di attitudini ecologiche complessive e spettro distributivo regionale, hanno una maggiore probabilità di essere presenti nell'intorno dell'area vasta entro cui si inserisce l'intervento in progetto

Come anticipato, la presenza antropica, pur in un contesto di moderato grado di urbanizzazione, appare sufficiente a produrre alterazioni tali da escludere la presenza delle specie più sensibili all'uomo (e che per questo necessitano di maggiori livelli di isolamento dalla sfera antropica): lo spettro delle specie animali potenzialmente presenti è limitato a quelle che hanno una maggiore tollerabilità verso l'uomo ed una valenza ecologica più ampia.

Se da un lato ciò comporta che lo spettro faunistico risulti meno ricco, dall'altro tale spettro è meno sensibile agli impatti determinati dagli interventi in progetto, a causa dell'intervento, in quanto le specie presenti, già parzialmente esposte ed abituate alla presenza umana, subiranno in misura inferiore gli effetti del disturbo legato alla riattivazione delle attività della miniera.

#### 5.2.7 Paesaggio

Come più sopra descritto, le caratteristiche morfologiche del territorio di Silius e San Basilio, ove si collocano i cantieri minerari, sono quelle tipiche di tutto il Gerrei: altipiani sviluppati a quote comprese tra i 600 e gli 800 m s.l.m. incisi da valli profonde di origine morfotettonica e soprattutto fluviale.

L'ambiente si caratterizza per la presenza di vaste aree rocciose subpianeggianti, aride, poco popolate e prive di insediamenti rilevanti, per larghi tratti incolte, coperte prevalentemente da macchia mediterranea, dove la pastorizia e un'agricoltura di sussistenza sono gli elementi produttivi portanti del territorio.

I fianchi degli altipiani sono incisi da profondi impluvi, originati dall'erosione delle acque superficiali, che sono sede di discontinue coperture boschive in contesti di elevata naturalità e difficile accessibilità.

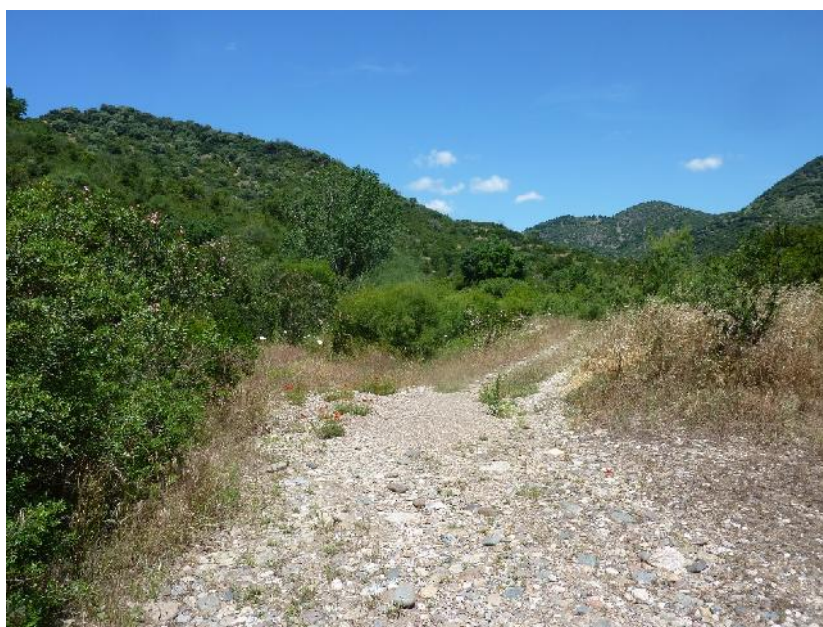


*Fig. 84 – Vista del crinale di Genna Tres Montis dalla SP 25*





*Fig. 85 – Vista del territorio a NW di Silius dalla SP 25*

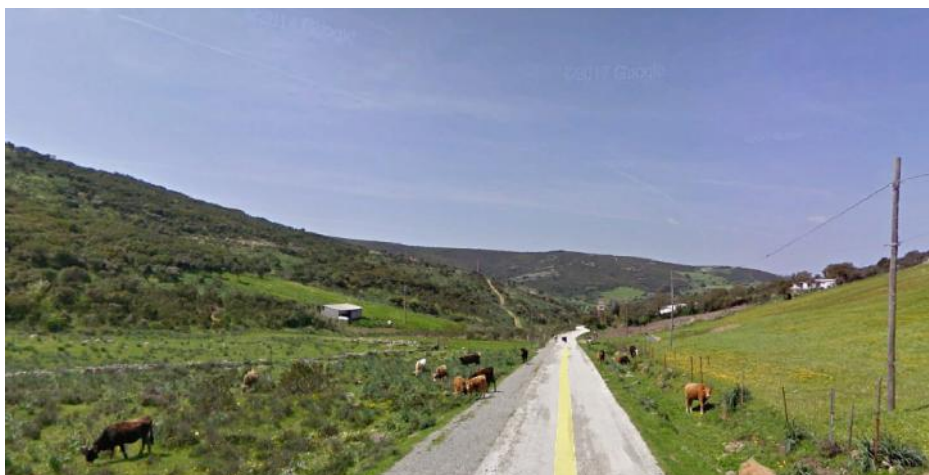


*Fig. 86 – Tipico paesaggio del Gerrei, con valli aspre che incidono altipiani con morfologie più dolci*



*Fig. 87 – Vista del paesaggio circostante il cantiere di Muscadroxiu dalla SP 25*





*Fig. 88 – Vista del paesaggio a Sud del cantiere di GTM dalla strada comunale di accesso al sito*



*Fig. 89 – Vista del paesaggio circostante l'ex cava di prestito Mineralcava a Sud di pozzo Centrale*



*Fig. 90 – Vista del paesaggio circostante il cantiere di GTM dalla strada comunale che lo attraversa*



*Fig. 91 – Vista del paesaggio retrostante il pozzo Skaba presso il cantiere di Muscadroxiu*



*Fig. 92 – Vista del paesaggio a Sud di pozzo Centrale*



*Fig. 93 – Vista del paesaggio circostante l'impianto di trattamento acque presso il cantiere di GTM*



In questo contesto si inseriscono i pochi casolari destinati all'uso agrozootecnico (stalle, ricovero attrezzi, ecc.) e soprattutto le infrastrutture minerarie storiche, organizzate in cantieri distinti, ognuno con le proprie dimensioni e peculiarità, sostanzialmente isolati all'interno della macchia, la cui visibilità, nonostante l'imponenza di alcune strutture, è fortemente condizionata dalla morfologia del territorio, al punto che alcuni di essi (es. Muscadroxiu, pozzo Centrale) risultano visibili solo dalle piste di avvicinamento ai cantieri in prossimità degli stessi.



### 5.3 FATTORI DI IMPATTO

#### 5.3.1 Atmosfera

I possibili impatti sulla qualità dell'aria (polveri, gas inquinanti) sono riferibili alle seguenti categorie d'intervento:

- Produzione di polveri derivanti dalle attività di cantiere per la costruzione del nuovo impianto di flottazione
- Produzione di polveri derivante dalla movimentazione e dallo stoccaggio del minerale entro il perimetro del cantiere (frantumazione, trasporto, accumulo, carico)
- Produzione di polveri derivanti dalla movimentazione dei materiali mercantili in uscita dal cantiere
- Produzione di gas da brillamento esplosivo in sotterraneo

Per ciò che riguarda la **produzione di polveri**, lo studio effettuato nel 2005 da CINIGEO per FDS, a firma del prof. Massacci, contiene i risultati di due campionamenti di lunga durata (24 ore) delle PM<sub>10</sub>, effettuati nell'area di pozzo Centrale (posizioni D ed E nella planimetria che segue). I campionamenti, seppur avvenuti in differenti condizioni di vento, hanno fornito valori pressoché uguali (rispettivamente 61,27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 60,17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ragion per cui il valore rilevato (circa 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è stato adottato come valore caratteristico dell'area di lavoro. Si tratta di un valore superiore del 20% al valore limite di 24 ore attualmente vigente per la protezione della salute umana (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), che però deve essere assunto all'esterno delle aree di lavoro.



Fig. 94 – Punti di campionamento delle polveri considerati nello studio CINIGEO 2005

Nella stessa area il campionamento nella posizione G (durato 4 ore), eseguito nel periodo di piena attività dell'impianto (prearricchimento a secco), e perciò non rappresentativo del valore mediato sulle 24 ore a cui fa riferimento il limite della normativa vigente, ha evidenziato un valore di PM10 elevato ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ma non preoccupante, perché non riferibile alla qualità dell'aria ambiente né alla media delle 24 ore.

Tabella 1 - Concentrazione di PM <sub>10</sub> nella concessione mineraria di Genna Tres Montis												
Punto di misura	Data	Zona	Coordinate Geografiche	Quota sul livello del mare (m)	Temperatura ambiente media (°C)	Umidità relativa media (%)	Velocità del vento media (km/h)	Direzione e frequenza del vento (prevalevole)	Durata (h)	Volume della campionatura (m³)	Polvere raccolta (PM <sub>10</sub> ) (mg)	Concentrazione in aria di PM <sub>10</sub> (µg/m³)
A	24/07/2005	Genna Tres Montis - piazzale sopra magazzino	N = 41°45'10" E = 15°20'00"	522	21	50	0,2	Variable	24	25,715	0,05	20,2
E	07/09/2005	Muscacrocioli - zona industriale uffici	N = 41°41'18" E = 15°22'10"	589	17,2	73,4	assente	assente	24	18,394	0,47	23,92
I	01/01/2005	Muscacrocioli - scivolo ingresso laterale infermeria	N = 41°41'17" E = 15°20'52"	591	15	50	1,1	NE	24	21,4	0,51	23,7
D	14/09/2005	Pozzo Centrale - zona uffici di fronte impianto	N = 41°41'17" E = 15°22'08"	524	22,7	70,5	0,8	Variable	24	23,502	1,44	52,27
I	14/01/2005	Pozzo Centrale - zona organico	N = 41°41'17" E = 15°22'00"	521	19	64	1	Variable	24	24,700	1,47	59,42
F	09/09/2005	Muscacrocioli - piazzale uscita infermeria	N = 41°41'12" E = 15°20'56"	588	22,7	41,2	5,2	N-NE	7	5,675	0,20	59,42
L	24/02/05	Pozzo Centrale - zona ingresso	N = 41°41'17" E = 15°22'08"	611	11,31	10,4	1,4	Variable	4	2,140	0,31	77,06
H	09/09/2005	Genna Tres Montis - piazzale zona uffici	N = 41°45'10" E = 15°20'00"	529	25,3	35,2	3,8	N-NE	7	5,507	0,17	48,47

Fig. 95 – Concentrazione delle PM10 per la miniera di Silius (in esercizio) riportata nello studio CINIGEO 2005

Sulla base di tali risultati, che peraltro dimostravano come l'impatto della produzione di polveri presso il principale cantiere di movimentazione e trattamento del minerale (pozzo Centrale) fosse arealmente limitata ad un intorno molto limitato (prossimità del cantiere), la progettazione degli interventi di ripresa della coltivazione contempla tutta una serie di opere capaci di abbattere ulteriormente i livelli di polverosità.

Per quanto riguarda la realizzazione del nuovo impianto di flottazione, l'adozione di strutture prefabbricate semplificherà il cantiere di costruzione e limiterà fortemente il transito dei mezzi d'opera: i materiali saranno trasportati e stoccati in sito per l'attività di più giorni ed il montaggio avverrà con una progressione tale da limitare il transito in ingresso-uscita dei mezzi d'opera a livelli tali da non generare impatti rilevanti né in termini di emissioni, né in termini di polveri. Il tutto al netto delle misure mitigative, che verranno in ogni caso adottate, e che sono più oltre descritte.

Per quanto riguarda la movimentazione del minerale e degli sterili all'interno del cantiere di pozzo Centrale (frantumazione, trasporto su nastri, vagliatura, ecc.), si deve innanzitutto evidenziare che, con le modifiche



al processo di lavorazione precedentemente descritte, il prearricchimento sarà condotto interamente ad umido, con abbattimento completo delle polveri (intervento prioritario e fondamentale).

Analogo discorso riguarda il nuovo impianto di flottazione, dove non solo il trattamento è condotto a umido, ma l'intero complesso dei macchinari sarà contenuto in un capannone industriale chiuso.

Tutti gli impianti di trattamento, inoltre, saranno dotati di alimentazione elettrica, per cui sono da escludersi emissioni di gas inquinanti.

Con riferimento invece al trasporto dei materiali mercantili (fluorite arricchita, galena arricchita, sabbie) all'esterno del cantiere, verso le destinazioni commerciali (porto di Cagliari e/o utilizzatori finali sul territorio regionale), si ricorda che il piano di coltivazione prevede la produzione giornaliera, a partire dalle 1000 t circa di TV, di circa 300 t di fluorite grado acido, circa 35 t di galena al 67-68% e circa 75 mc di sabbie commerciali. Per l'allontanamento di tale materiale sono prevedibili un massimo di 7-8 trasporti giornalieri: si tratta di un numero certamente non preoccupante dal punto di vista degli impatti, né con riferimento all'emissione dei gas inquinanti prodotti dalla combustione dei carburanti, né con riferimento alla produzione di polveri, specie se confrontato con le misure mitigative contro la polverosità delle strade descritte più oltre.

Specifiche misure mitigative saranno prese anche per limitare la produzione di polveri a partire dai cumuli di materiale stoccato (minerale mercantile, sterili, TV), pur senza dimenticare che:

- a. il cantiere si colloca a grande distanza da aree urbane e da ricettori sensibili;
- b. l'area di dispersione delle polveri, come certificato anche negli studi a suo tempo condotti dall'attuale concessionario, è limitata allo stretto intorno del cantiere;
- c. la dispersione delle polveri comporta ricadute a distanze relativamente contenute, con effetto limitato al ricoprimento dell'apparato fogliare in prossimità di impianti e strade/piste di servizio; il fenomeno peraltro non induce danni permanenti nella vegetazione, verificandosi quasi esclusivamente nel periodo estivo (nel resto dell'anno le precipitazioni provvedono a rimuovere efficacemente la polvere).

Per ciò che invece attiene alla produzione di emissioni gassose nocive, ed in particolare alla dispersione in atmosfera dei gas generati dall'avanzamento con esplosivo della coltivazione in sotterraneo, è possibile richiamare lo studio effettuato dall'attuale concessionario a firma dell'Ing. Massacci (e messo a disposizione del proponente negli atti di Bando), secondo il quale:

- a. *tra i gas derivanti dalla detonazione degli esplosivi usati in miniera, solo per gli ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>) è definito un limite di legge applicabile al caso in esame. Per l'ammoniaca infatti il flusso di massa (seppure stimato in condizioni cautelative) è più basso di un ordine di grandezza rispetto al flusso di massa minimo stabilito dal decreto per l'applicazione del limite di concentrazione;*
- b. *la stima del flusso di massa e della concentrazione nell'emissione degli ossidi d'azoto è stata eseguita assumendo ipotesi largamente cautelative relativamente al fattore d'emissione (almeno doppio rispetto al valore reale), alla simultaneità del brillamento delle volate, al convogliamento dei gas d'esplosione in uno stesso riflusso (e, per di più, in quello di minore portata). Anche sotto le ipotesi suddette la concentrazione nelle emissioni è risultata inferiore al limite definito dal D.M. 12/07/90.*

Non sono dunque rilevabili criticità in termini di emissioni di gas inquinanti in atmosfera.

Per tener conto della limitata produzione di polveri e delle emissioni dei mezzi d'opera, cautelativamente l'impatto sull'atmosfera degli interventi in progetto può ritenersi **lievemente negativo reversibile**.

### 5.3.2 Suolo e sottosuolo

Gli interventi previsti nella fase 1 del progetto di ripresa dell'attività estrattiva presentato dal proponente si collocano interamente in sottosuolo ed all'interno del cantiere minerario di pozzo Centrale. Non è previsto alcun interessamento ex novo di aree naturali o seminaturali, non è prevista la realizzazione di nuovi pozzi o di nuovi accessi al sotterraneo, non è prevista l'apertura di nuove vie di accesso.

Le fondazioni del nuovo impianto di flottazione interesseranno il terrapieno (piazzale di miniera) antistante l'impianto di prearricchimento di pozzo Centrale, costituito da materiale sterile, arido, di grossa pezzatura, meccanicamente stabile, proveniente dalle preparazioni della miniera. L'impianto sarà dotato di pavimentazione continua e, essendo completamente amovibile, sarà smantellato al termine della vita utile del giacimento.

A fronte di ciò, gli interventi di sistemazione idrogeologica degli impluvi posti a monte di pozzo Centrale (pulizia, stasamento, realizzazione di nuove opere di regimazione idraulica) comporteranno effetti positivi rilevanti sull'efficienza idraulica degli alvei, sulla stabilità dei pendii circostanti, sulla sicurezza delle aree minerarie.

Per quanto riguarda invece gli interventi di coltivazione in sottosuolo, e quindi l'asportazione del minerale utile, si rammenta che i vuoti di coltivazione verranno integralmente ripienati, ricostituendo le normali

condizioni di stabilità dell'ammasso ed evitando il ripetersi dei fenomeni di subsidenza registrati in passato per effetto del collasso dei vuoti non ripienati.

Per tutte queste ragioni, l'impatto sulla componente suolo è da considerarsi **trascurabile** per ciò che riguarda i nuovi interventi finalizzati allo sfruttamento del giacimento e addirittura **positivo** per quanto attiene agli interventi di sistemazione idrogeologica.

Per quanto riguarda invece la componente sottosuolo, l'impatto attribuito, per tener conto degli interventi di coltivazione degli ammassi mineralizzati (che comportano comunque modificazioni temporanee dell'assetto statico), è **lievemente negativo**, ma **reversibile** con il completamento degli interventi di ripiena.

### 5.3.3 Ambiente idrico

Gli impatti prevedibili sull'ambiente idrico possono riguardare la qualità/quantità delle acque superficiali e gli analoghi parametri delle acque sotterranee.

Per ciò che riguarda le acque superficiali di ruscellamento (in flusso concentrato all'interno di impluvi e/o in flusso diffuso su pendii), il nuovo sistema di intercettazione ed allontanamento (nuovo fosso di guardia, nuove tubazioni indipendenti interrate di bypass del cantiere di pozzo Centrale, ecc.) evita all'origine qualsiasi impatto quali-quantitativo sulle acque in ingresso al cantiere stesso.

Analoga salvaguardia è prevista anche per le acque meteoriche zenitali afferenti all'area di cantiere (internamente al citato fosso di guardia), per le quali, come visto in precedenza, è previsto l'adeguamento del sistema di raccolta e convogliamento idrico già esistente, che afferisce all'impianto di trattamento chimico-fisico di GTM: anche in questo caso, quindi, non sono previsti effetti sulla quantità o sulla qualità delle acque intercettate.

Il discorso è invece più complesso per ciò che attiene alle acque sotterranee, ovvero alle acque di eduazione della miniera.

Sotto il profilo quantitativo, le verifiche condotte dall'attuale concessionario circa il rapporto tra le portate emunte dal sottosuolo (desunte dalla ricostruzione dei dati storici di pompaggio) e lo sviluppo dei lavori minerari, su di un periodo di analisi ventennale, hanno dimostrato (rif. figura seguente) come le portate di eduazione non abbiano subito sostanziali variazioni con l'approfondimento e l'ampliamento degli scavi.

Se ne desume che, al progredire delle coltivazioni, non sono state intercettate nei diversi cantieri venute d'acqua, di entità significativa, aggiuntive rispetto a quelle appartenenti agli acquiferi superiori; tali venute

hanno peraltro evidenziato portate limitate e decrescenti nel tempo, spiegabili con lo svuotamento di cavità idriche evidentemente prive di significative strutture di alimentazione.

Tali risultati risultano coerenti con il quadro idrogeologico generale del sistema minerario delineato in precedenza:

- a. sostanziale impermeabilità dei porfiroidi incassanti;
- b. circolazione idrica limitata al filone mineralizzato ed ai microacquiferi strutturati associati ai sistemi di fratturazione intercettati dalla cassa filoniana;
- c. circolazione idrica limitata ai livelli più superficiali della miniera e condizionata dal maggior detensionamento dell'ammasso roccioso verso la superficie, con conseguente sviluppo di fratture beanti e di vuoti che garantiscono accumuli e ricariche idriche più consistenti che in profondità.

Alla luce di tali osservazioni, il drenaggio conseguente all'attuazione del nuovo progetto minerario (nuove gallerie di preparazione e coltivazione) non si ritiene possa comportare sostanziali incrementi quantitativi delle portate emunte, ragion per cui l'impatto sulle caratteristiche quantitative degli acquiferi, rispetto alla situazione attuale, è **trascurabile**.

Allo stesso tempo, invece, l'impatto è da ritenersi **positivo** per ciò che riguarda la messa in disponibilità delle risorse emunte, opportunamente trattate, per gli utilizzi agrozootecnici del territorio, trattandosi di risorse profonde normalmente non disponibili per gli usi di superficie, specie alle quote di altipiano (il mantenimento in esercizio del sistema di eduazione per la distribuzione delle acque eccedenti al territorio è richiesta pressante delle comunità e delle Amministrazioni locali).

Per quanto riguarda invece l'impatto atteso sulla qualità delle acque di eduazione per effetto delle attività previste in sotterraneo, nel precedente paragrafo 5.2.4 si è ricordato come, in concomitanza con i periodi di operatività della miniera, le concentrazioni di alcune sostanze (in particolare Zn, Cr e Pb) nelle acque di eduazione risultassero (per cause naturali, legate alla composizione delle rocce attraversate!) frequentemente sopra i limiti di legge, e come tali concentrazioni rientrassero sistematicamente entro i limiti per effetto del processo di trattamento chimico-fisico attuato nell'impianto di GTM, prima della restituzione delle acque ai corpi idrici naturali.

Si ritiene, cautelativamente, che la ripresa dell'attività estrattiva, che in sotterraneo proseguirà secondo modalità non dissimili da quelle già attuate in passato, possa condurre ai medesimi superi registrati in passato, sebbene l'adozione di macchine moderne, meno inquinanti e più efficienti, possa determinare effetti esclusivamente migliorativi.



Per tale ragione, anche nel nuovo progetto di coltivazione, si ritiene che la piena efficienza dell'impianto di trattamento di GTM ed il costante monitoraggio delle acque di eduazione siano elementi imprescindibili.

Per tener comunque conto del prevedibile peggioramento qualitativo delle acque emunte, l'impatto sull'ambiente idrico derivante dagli interventi in progetto è considerato **negativo**, sebbene **reversibile** a medio termine.





situazione eduzione e progressiva scavi negli anni

Periodo	minima	Portate massima	media	Situazione progressiva scavi
luglio 1987 - febbraio 1988	852,8	1092	971,1	scavati 1120 m della galleria del liv. 200, 360 m di galleria al liv. 150 e 135 m di discenderia e stanza pompe al liv. 142
gennaio-dicembre 1989	842,4	1300	1060,8	situazione pressoché invariata
Fine 1991			1008	completato scavo liv. 200 (4000 m circa)
marzo-novembre 2003	1012,5	1260	1096,5	scavati 600 m al liv. 150 e 1400 m al liv. 100
gennaio 2004 - ottobre 2005	929	1128,8	1030,5	livv. 150 e 100 immutati, scavati 470 m di rampa per il liv. 60 e di stanza pompe a tale livello
aprile 2006 - novembre 2007	780	1268	1011,4	situazione invariata

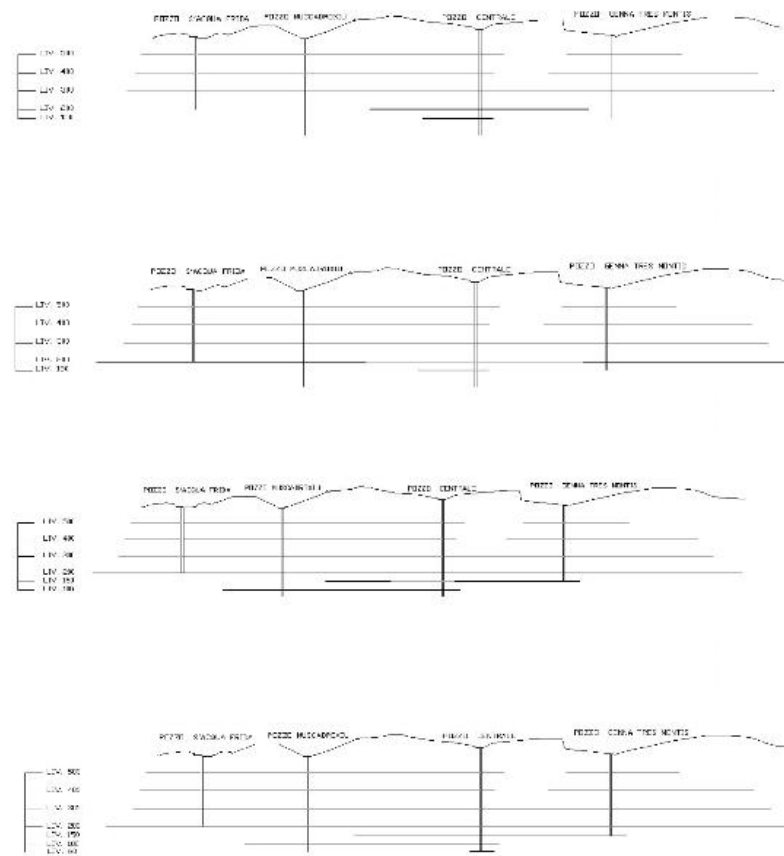


Fig. 96 – Variazione storica delle portate emunte con l'approfondimento progressivo della miniera

#### 5.3.4 Flora, fauna ed ecosistemi

Come rilevato in precedenza:

- a. non sono rilevabili, né all'interno del sito oggetto di intervento, né in prossimità di esso, aree con presenza di habitat e vegetazione sottoposte a tutela, né il sito stesso ricade in Riserve Naturali Statali, Parchi e Riserve Naturali Regionali, SIC, ZPS, IBA Aree Ramsar, ecc..;
- b. le aree indagate mostrano un comune e diffuso stato di interferenza antropica, che si esprime principalmente nella presenza delle infrastrutture asservite alla miniera e nelle attività di pascolo del bestiame;
- c. le attività connesse alla pastorizia comportano una perturbazione della copertura vegetazionale, limitando le dinamiche di sviluppo verso formazioni forestali strutturate, a tutto vantaggio degli stadi più degradati di macchia e di gariga.
- d. le interferenze rilevate producono alterazioni sufficienti ad escludere la presenza delle specie animali più sensibili all'uomo, a favore di quelle specie dotate di maggiore tollerabilità e di valenza ecologica più ampia.

Da ciò consegue una minore sensibilità delle componenti floristiche, faunistiche ed ecosistemiche a subire impatti negativi dalla ripresa dell'attività estrattiva, posto che quest'ultima si concentrerà esclusivamente all'interno di aree già antropizzate.

Pertanto l'impatto sulla componente flora, fauna ed ecosistemi è da considerarsi **lievemente negativo** per effetto della produzione di polveri e del disturbo sonoro, ma rapidamente **reversibile** al termine della vita utile del giacimento ed a seguito delle attività di ripristino dei luoghi.

#### 5.3.5 Paesaggio

I principali tipi di modificazioni e di alterazioni del paesaggio previste dal DPCM 12/12/05 sono:

- ✓ **Intrusione:** inserimento in un sistema paesaggistico elementi estranei ed incongrui ai suoi caratteri peculiari compositivi, percettivi o simbolici (es. capannone industriale in area agricola)
- ✓ **Suddivisione:** suddivisione fisica di un sistema paesaggistico per effetto delle opere in progetto (es. nuova strada che suddivide un contesto paesaggistico unitario)

- ✓ **Frammentazione:** progressivo inserimento di elementi estranei in un'area (es. frammentazione di un'area in parti non più comunicanti)
- ✓ **Riduzione:** progressiva diminuzione, eliminazione, alterazione, sostituzione di parti o elementi strutturali di un sistema
- ✓ **Eliminazione progressiva delle relazioni visive:** storico-culturali, simboliche di elementi con il contesto paesaggistico con l'area e altri elementi del sistema
- ✓ **Concentrazione:** eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto
- ✓ **Interruzione di processi ecologici e ambientali** di scala vasta o di scala locale
- ✓ **Destutturazione:** quando si interviene sulla struttura di un sistema paesaggistico alterandola per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche)
- ✓ **Deconnotazione:** quando s'interviene su un sistema paesaggistico alterando i caratteri degli elementi costitutivi.

Sulla base delle caratteristiche degli interventi in progetto, sia in esterno che in sotterraneo, si possono escludere fin d'ora:

1. elementi di suddivisione e/o frammentazione: gli interventi in progetto, l'inserimento delle opere in contesti industriali, l'assenza di nuove vie di penetrazione consentono di escludere simili alterazioni;
2. elementi di riduzione: gli interventi previsti consistono in impianti minerari collocati entro un cantiere minerario, senza sottrazione di ambiti naturali o seminaturali;
3. elementi di concentrazione: la realizzazione del nuovo impianto di flottazione comporta sì un locale incremento della concentrazione degli impianti minerari all'interno di un cantiere minerario operativo, ma allo stesso tempo va a sostituirsi ad un impianto ben più grande ed impattante ricadente entro un'area naturale protetta, garantendo al contempo la prosecuzione dell'attività;
4. elementi di interruzione dei processi ecologici e ambientali, per le ragioni diffusamente descritte in precedenza;
5. elementi di destrutturazione o deconnotazione: gli interventi previsti si inseriscono nel contesto paesaggistico esistente, comportando esclusivamente un ammodernamento degli impianti minerari esistenti senza impattare in alcun modo sui contesti naturali circostanti.

Per quanto riguarda invece gli elementi di intrusione, la realizzazione del nuovo impianto di flottazione a bocca miniera genera certamente un impatto: tuttavia, tenendo conto delle soluzioni costruttive scelte, della collocazione dell'impianto in un sito di difficile visibilità (per ragioni morfologiche) e dell'inserimento del nuovo fabbricato all'interno di un contesto già diffusamente caratterizzato da impiantistica mineraria, l'impatto sulla componente paesaggio è da ritenersi **lievemente negativo** e, con il completo smantellamento dei nuovi manufatti a fine vita del giacimento, **reversibile**.

#### 5.3.6 Produzione di rifiuti

Posto che i sottoprodotti del ciclo di lavorazione non sono in alcun modo assimilabili a rifiuti (ai sensi dell'art. 184-bis del D. Lgs. 152/2006 e del D.M. 264/2016), essendo integralmente riutilizzati in sotterraneo (sterili di ripiena) o riciclati nel processo produttivo (acque, reagenti), la produzione di rifiuti, nell'ambito del progetto di ripresa dell'attività mineraria, è limitata a:

- a. residuo secco impianto di trattamento chimico-fisico acque di processo di GTM: i fanghi di trattamento, che attualmente cubano circa 75 mc/anno, vengono e verranno smaltiti come rifiuti speciali pericolosi secondo le norme di legge, attraverso un operatore specializzato (attualmente viene prelevato per 4-5 volte all'anno un cassone scarrabile di circa 15 mc da parte dell'operatore Ecoserdiana;
- b. rifiuti solidi urbani prodotti dai cantieri di MX-PC-GTM: i rifiuti vengono e verranno differenziati (carta, plastica, metalli, vetro, secco indifferenziato, ecc.) in appositi box e smaltiti secondo le norme di legge;
- c. oli esausti: vengono e verranno raccolti in appositi contenitori presso i cantieri principali ed avviati a smaltimento attraverso il recupero operato dal operatori del Consorzio Obbligatorio Oli Usati;
- d. accumulatori esausti; vengono e verranno raccolti in appositi contenitori presso i cantieri principali ed avviati a smaltimento attraverso il recupero operato dal operatori del Consorzio Obbligatorio Batterie.

Eventuali altri materiali assimilabili a rifiuti speciali derivanti dall'uso o dalla manutenzione di macchine, impianti, ecc. saranno smaltiti ricorrendo ad imprese specializzate esterne secondo la normativa vigente.

### 5.3.7 Rumore e vibrazioni

Con il nuovo progetto di ripresa della coltivazione, il disturbo acustico è limitato al cantiere di pozzo Centrale, dove si concentreranno tutte le lavorazioni e dove si verificherà il maggior traffico veicolare.

In prima analisi va considerata la limitazione del problema generata dalla situazione morfologica: la posizione degli impianti a Pozzo Centrale, incassati sul fondo di una stretta valletta, non favorisce la propagazione del rumore verso le aree esterne.

In seconda battuta va considerato che il nuovo impianto di flottazione opererà all'interno di un edificio completamente chiuso, con pareti in pannellature coibentate e fonoassorbenti, ragion per cui il livello di disturbo acustico complessivo non risulterà diverso da quello storico, che non ha mai determinato effetti negativi sul contesto circostante, anche perché le abitazioni più vicine si collocano ad una distanza di 3-4 km dalle zone di lavorazione.

Si può affermare perciò che l'impatto dovuto al rumore nelle aree superficiali della miniera è limitato alle aree interessate dalle lavorazioni, dove comunque gli operatori saranno dotati di idonei DPI.

Per quanto riguarda le vibrazioni indotte dalle lavorazioni, legato sostanzialmente all'impiego dell'esplosivo nell'abbattimento della roccia in sotterraneo, l'impatto provocato dalle esplosioni alle aree circostanti può manifestarsi sotto forma di vibrazioni attraverso il terreno e di sovrappressioni attraverso l'atmosfera (*air blast*). Nel caso della propagazione di vibrazioni attraverso il terreno, l'ampiezza di vibrazione della singola particella di roccia ad una certa distanza dal punto d'esplosione per effetto di una carica nota è calcolabile attraverso la formula di Langefors e Kihlstrom:

$$v = k \sqrt{\frac{Q}{D^{1.5}}}$$

dove:

- ✓  $v$  = ampiezza della vibrazione della particella (misurata in m/s)
- ✓  $k$  = coefficiente variabile tra 0 e 400 relativo alle caratteristiche meccaniche del mezzo attraversato
- ✓  $Q$  = carica istantanea (kg)
- ✓  $D$  = distanza della particella dal punto di scoppio (in m)

Storicamente a Silius l'abbattimento del minerale è avvenuto mediante volate con massima carica istantanea  $Q$  (la massima carica brillata all'interno di un intervallo di 8  $\mu$ s) pari a 100 kg. Le volate avvengono ad una profondità media di 500 m dal piano di campagna, arrivando in superficie già smorzate; tuttavia, in virtù delle



elevate caratteristiche meccaniche dei materiali attraversati (porfiroidi prevalenti) e della crescita di  $k$  con la profondità, si assume cautelativamente  $k = 350$ .

Per quanto riguarda infine il parametro  $D$ , considerando profondità di scoppio e distanza in pianta dagli edifici residenziali più prossimi, si assume cautelativamente un valore  $D = 3500$  m.

Applicando la formula di Langefors-Kihlstrom, si ottiene un'ampiezza di vibrazione  $v = 8.6$  mm/s, inferiore ai limiti di legge (norma DIN 4150-3, poi ripresa integralmente dalle norme UNI) ed ampiamente compatibile con qualsiasi classe di strutture, anche quelle particolarmente sensibili o di grande valore intrinseco.

Riga	Tipi di edificio	Valori di riferimento per velocità di oscillazione in mm/s			
		Fondazioni frequenze			Ultimo solaio, orizzontale
		da 1 a 10 Hz	da 10 a 50 Hz	da 50 a 100 Hz *	Tutte le frequenze
1	Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture similari	20	da 20 a 40	da 40 a 50	40
2	Edifici abitativi o edifici simili per costruzione o utilizzo	5	da 5 a 15	da 15 a 20	15
3	Edifici che per la loro particolare sensibilità alle vibrazioni non rientrano nelle precedenti classificazioni e che sono da tutelare in modo particolare (monumenti sotto la protezione delle belle arti)	3	da 3 a 8	Da 8 a 10	8
(*) Per frequenze superiori ai 100 Hz possono essere adottati come minimo i valori per 100 Hz					

Fig. 97 – Valori limite per le vibrazioni trasmesse a vari tipi di strutture secondo le norme DIN 4150-3

Tali valori appaiono di assoluta sicurezza anche per ciò che riguarda la percezione soggettiva delle vibrazioni: basti pensare che una persona che salta determina nell'ambiente in cui si trova una  $v = 102$  mm/s, o che l'effetto di una persona che cammina, sempre nello stesso ambiente, è pari a  $v = 4.7$  mm/s.

Per ciò che riguarda le sovrappressioni in atmosfera, vista la profondità alla quale avvengono le volate, si possono escludere fenomeni di *air-blast*: l'unico disturbo prodotto è il rumore della detonazione, peraltro molto attenuato dalla profondità, rilevabile solo in prossimità dell'imbocco dei pozzi e dei fornelli (che sono da considerarsi come punti d'emissione sonora) e comunque certamente inferiore al rumore di fondo esterno proprio per la distanza di emissione e l'articolazione dei vuoti entro cui si propaga.

In ogni caso il piano di monitoraggio ambientale prevede, in fase di produzione, l'esecuzione di rilievi fonometrici finalizzati alla tutela dei lavoratori ed alla verifica dei limiti imposti dalla zonizzazione acustica comunale, replicando le valutazioni ogni qualvolta si modificheranno le condizioni lavorative.

L'impatto determinato sul clima acustico si può considerare **lievemente negativo** e, ovviamente, **reversibile**.

#### 5.3.8 Viabilità e traffico

Con riferimento al par. 5.3.1, la ripresa dell'attività estrattiva comporterà l'esecuzione, a regime, di 7-8 trasporti giornalieri dei prodotti commerciali con autotreno/autoarticolato dal pozzo Centrale, cui sono da aggiungersi gli spostamenti in entrata-uscita al pozzo Centrale (con mezzi aziendali) del personale addetto agli impianti e gli analoghi spostamenti del personale addetto alla Direzione/Uffici sul cantiere di Muscadroxiu.

Posto che gli spostamenti del personale avvengono già oggi con la miniera in manutenzione (l'attuale concessionario dispone ancora di oltre 40 dipendenti operativi), l'unico incremento reale è quello legato ai trasporti del minerale, la cui entità (2 passaggi/ora circa) non presuppone tuttavia alcun impatto significativo sul traffico della zona.

L'impatto si può pertanto considerare **lievemente negativo reversibile**.

#### 5.3.9 Aspetti sociali e occupazionali

La drammatica situazione socio-occupazionale delineata al paragrafo 1.7, se confrontata con il numero di dipendenti previsto dal Piano Industriale presentato dal proponente (circa 50 unità) e con l'indotto generabile sul territorio in termini di servizi alla persona (ristorazione, alloggio, servizi vari, ecc.) e servizi tecnici per la miniera (manutenzioni, piccole subforniture, prestazioni professionali, ecc.), evidenzia il relevantissimo impatto **positivo** dell'iniziativa in oggetto.

Basti pensare che la popolazione in età lavorativa a Silius e San Basilio si attesta sul 65% del totale (circa un migliaio di persone), e che, con un tasso di disoccupazione prossimo al 30%, l'occupazione diretta e indiretta generata dalla miniera potrebbe raggiungere il 20-25% della forza lavoro attiva presente sul territorio dei 2 Comuni.



## 5.4 MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI E MISURE COMPENSATIVE

### 5.4.1 Mitigazione degli impatti

La tabella seguente riporta, per ciascuna componente ambientale, impatti e mitigazioni previste.

<b>FATTORI DI IMPATTO</b>	<b>MITIGAZIONI</b>
<b>Atmosfera</b>	
<b>Produzione di polveri</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estrazione, frantumazione e trasporto TV</li><li>• Prearricchimento TV</li><li>• Stoccaggio e carico prodotti mercantili</li><li>• Traffico veicolare</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Processo di prearricchimento e flottazione interamente a umido</li><li>• Nuovo impianto di flottazione in edificio interamente coperto</li><li>• Eventuale incapsulamento frantoio</li><li>• Installazione sistema fisso di irrorazione cumuli</li><li>• Installazione sistema fisso di irrorazione piazzali</li><li>• Innaffiatura periodica di piste e strade di accesso con autobotti</li><li>• Limitazione della velocità dei mezzi</li><li>• Telonatura dei mezzi circolanti</li><li>• Eventuale asfaltatura tratto stradale GTM-PC</li></ul>
<b>Emissione di gas nocivi</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gas di brillamento esplosivi in sotterraneo</li><li>• Emissioni mezzi d'opera</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisione e potenziamento del sistema di ventilazione fisso in sotterraneo, con disponibilità di ventilatori elettrici addizionali mobili presso i cantieri di avanzamento e coltivazione</li><li>• Conversione del parco macchine di sotterraneo con introduzione di mezzi a batteria</li><li>• Catalizzazione scarichi dei mezzi circolanti in superficie</li></ul>
<b>Suolo e sottosuolo</b>	
<b>Sversamento accidentale di inquinanti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sversamento accidentale carburanti e/o lubrificanti in sotterraneo</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rifornimenti e/o travasi di carburanti e lubrificanti non effettuabili in cantiere</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Sversamento accidentale carburanti e/o lubrificanti in superficie</li> <li>Sversamento accidentale prodotti, sottoprodotti o reagenti del processo di trattamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adozione di mezzi conformi alla Direttiva Macchine ed alle norme vigenti in tema di sicurezza sui luoghi di lavoro</li> <li>Equipaggiamento dei cantieri di sotterraneo e superficie con kit di pronto intervento, composti da un set di materiali assorbenti universali (fogli, rotoli, tamponi, tubolari, polveri assorbenti specifiche), adatti a materiali di vario genere (idrocarburi, liquidi aggressivi, ecc.), dotati di proprietà oleofile ed idrofobe, ideali per impieghi anche sotto la pioggia e/o in presenza di d'acqua.</li> <li>Pavimentazione completa e impermeabile degli edifici contenenti gli impianti di prearricchimento e flottazione</li> </ul>
<b>Creazione vuoti di coltivazione</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abbattimento minerale nei pannelli di coltivazione</li> </ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoraggio dei vuoti</li> <li>Riduzione dei tempi di ripiena</li> </ul>
<b>Dissesto idrogeologico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fenomeni di erosione da ruscellamento diffuso o concentrato e conseguente innesco di fenomeni di dissesto o trasporto solido di massa</li> </ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pulizia degli alvei da detriti e vegetazione</li> <li>Regimazione dei deflussi in impluvio e su pendio (briglie, soglie a trappola, fossi di guardia) e consolidamento di scarpate erosionali con tecniche di ingegneria naturalistica</li> <li>Rifacimento/potenziamento dei sistemi di intercettazione, raccolta e allontanamento delle acque meteoriche</li> </ul>
<b>Ambiente idrico</b>	
<b>Sversamento accidentale di inquinanti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sversamento accidentale carburanti e/o lubrificanti in sotterraneo</li> <li>Sversamento accidentale carburanti e/o lubrificanti in superficie</li> <li>Sversamento accidentale prodotti, sottoprodotti o reagenti del processo di trattamento</li> </ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inserimento di vasca disoleatrice sulla linea di eduazione delle acque di miniera</li> <li>Manutenzione e potenziamento dell'impianto di trattamento acque di GTM</li> </ul>
<b>Contaminazione acque di scorrimento superficiale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interazione fra acque di ruscellamento diffuso o concentrato con materiali e impianti presenti nei cantieri minerario</li> </ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizzazione fossi di guardia circostanti i cantieri, in grado di intercettare tutte le acque di ruscellamento in arrivo dai pendii circostanti</li> </ul>



	<p>ed avviarle ai corpi idrici naturali posti a valle dei siti di lavoro, evitando all'origine qualsiasi interazione</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizzazione di nuove tubazioni interrato in corrispondenza dell'interferenza tra aree di cantiere ed alvei (bypass idraulico), evitando all'origine qualsiasi interazione</li><li>• Ripristino e integrazione opere di collettamento acque meteoriche nei piazzali di miniera, e collegamento del sistema all'impianto di trattamento acque di GTM</li></ul>
<b>Gestione dei contaminanti delle acque di processo</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Potenziale presenza di inquinanti nelle acque di eduazione della miniera</li><li>• Potenziale presenza di inquinanti nelle acque di collettamento dei piazzali di miniera</li><li>• Presenza di residui di reagenti nelle acque di processo</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manutenzione e potenziamento dell'impianto di trattamento acque di GTM</li><li>• Riutilizzo delle acque nel processo (ricircolo), con riduzione delle portate avviate a trattamento</li><li>• Utilizzo di reagenti naturali e biodegradabili</li></ul>
<b>Contaminazione biologica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Scarichi acque reflue civili da uffici e aree comuni MX, PC e GTM</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manutenzione e potenziamento degli impianti di trattamento biologico delle acque di MX, PC e GTM</li></ul>
<b>Flora-fauna-ecosistemi</b>	
<b>Produzione di polveri</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estrazione, frantumazione e trasporto TV</li><li>• Prearricchimento TV</li><li>• Stoccaggio e carico prodotti mercantili</li><li>• Traffico veicolare</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Interventi elencati per la componente 'Atmosfera'</li></ul>
<b>Produzione di rumori e vibrazioni</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rumore generato dagli impianti di trattamento del minerale</li><li>• Rumore generato dai mezzi utilizzati per il trasporto del minerale</li><li>• Rumore generato dai mezzi d'opera e dalle volate in sotterraneo</li><li>• Vibrazioni associate agli avanzamenti con esplosivo in sotterraneo</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Interventi elencati per la componente 'Rumori e vibrazioni'</li></ul>





Rumore e vibrazioni	
<b>Produzione di rumore</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Rumore generato dagli impianti di trattamento del minerale</li><li>Rumore generato dai mezzi utilizzati per il trasporto del minerale</li><li>Rumore generato dai mezzi d'opera e dalle volate in sotterraneo</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Isolamento acustico dell'impianto di flottazione (capannone chiuso con pareti in pannelli coibentati fonoassorbenti)</li><li>Eventuale incapsulamento del frantoio dell'impianto di prearricchimento</li><li>Utilizzo di impianti e mezzi conformi ai requisiti di legge (Direttiva Macchine, norme in tema di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro)</li><li>Utilizzo di mezzi d'opera a batteria in sotterraneo</li><li>Limitazione della velocità dei mezzi d'opera in superficie</li><li>Esecuzione di rilievi fonometrici regolari</li></ul>
<b>Produzione di vibrazioni</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Vibrazioni associate agli avanzamenti con esplosivo in sotterraneo</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Esecuzione di volate con microritardi tra le diverse cariche</li><li>Non sovrapposizione tra volate in diversi cantieri</li></ul>
Qualità paesaggio - impatto visivo	
<b>Modifiche al paesaggio</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Realizzazione nuovo impianto di flottazione a bocca miniera presso pozzo Centrale</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Installazione impianto in area mineraria attiva, in adiacenza ad impianto di prearricchimento esistente, senza interessamento di contesti naturali o seminaturali</li><li>Installazione impianto in sito non visibile da punti di osservazione privilegiati (centri abitati, strade, ecc.)</li><li>Soluzione costruttiva con strutture metalliche prefabbricate per la semplificazione della rimozione dell'impianto a fine vita del giacimento (impatto reversibile)</li><li>Massimo contenimento delle altezze al colmo compatibilmente con le esigenze di processo e gli spazi in pianta disponibili</li><li>Accorpamento in spazi il più possibile ristretti dei cicli di prearricchimento, arricchimento, trattamento acque, stoccaggio mercantili</li><li>Installazione di impianto fotovoltaico per autoproduzione energetica su tetto piano, senza occupazione di suolo e con minimizzazione impatto visivo</li></ul>



Viabilità e traffico	
<b>Incremento del traffico veicolare</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trasporti del minerale in ingresso/uscita dal cantiere di produzione</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Distribuzione temporale cadenzata dei transiti</li><li>• Transiti concentrati nelle ore diurne</li></ul>
<b>Infangamento sede stradale pubblica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deposito su manto stradale di fango proveniente dalle aree di cantiere</li></ul>	<b>Interventi previsti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Installazione di impianto fisso di lavaggio ruote presso il cantiere di carico del minerale</li><li>• Bagnatura periodica delle strade bianche di accesso ai siti minerari</li></ul>

#### 5.4.2 Misure compensative

##### 5.4.2.1 Sistemazione idrogeologica del territorio

I recenti episodi alluvionali (2016) che hanno colpito i cantieri minerari di Muscadroxiu e pozzo Centrale in particolare sono figli, oltre che di eventi atmosferici eccezionali, anche di una non corretta manutenzione e gestione degli alvei dei corsi d'acque temporanei che attraversano le aree minerarie.

Negli anni, proprio per la frequente e prolungata secca di tali corpi idrici (alimentati da bacini ridottissimi), le cantierizzazioni hanno determinato una progressiva tominatura delle aste, con deflussi convogliati entro tubazioni di scarico interrate di dimensione insufficiente e, frequentemente, non mantenute e quindi intasate da detriti.

Per evitare il riproporsi di fenomeni di erosione incontrollata, con i danni che ne conseguono a edifici ed impianti, si prevedono dunque:

1. la pulizia, il disalveo e la risagomatura di tutti i corsi d'acqua attraversanti i cantieri di Acqua Frida, Muscadroxiu, pozzo Centrale e Genna Tres Montis;
2. il consolidamento del fondo e delle sponde degli alvei con opere di ingegneria naturalistica (materassi Reno, briglie in legname e pietrame) in corrispondenza delle rotture di pendenza e degli attraversamenti artificiali;
3. il ripristino del maggior sviluppo possibile di tratte a cielo aperto, con demolizione delle solette di copertura non più necessarie (ad es. nei cantieri non più oggetto di attività di lavorazione e stoccaggio del minerale) e rimozione delle tratte di tubazioni interrate inservibili;

4. il rifacimento integrale del sottopasso idraulico del cantiere di pozzo Centrale (punto nodale della ripresa dell'attività estrattiva), con la realizzazione, come già visto, di due nuove tubazioni adeguatamente dimensionate, equipaggiate con appositi pozzetti di ispezione e manutenzione in ingresso e in uscita, convoglianti a valle, nel rio Maguru, le acque di deflusso dei due impluvi presenti a SSE e WSW del cantiere;
5. la pulizia e la risagomatura (alla sezione preintervento) dell'impluvio sviluppato a SSE del cantiere di pozzo Centrale, a monte dello stesso, attualmente deviato ed occupato da detrito derivante dalle attività estrattive della vicina cava di prestito Mineralcava.

Tutti questi interventi, soprattutto con riferimento a quelli riguardanti pozzo Centrale, saranno realizzati preliminarmente alla realizzazione dei nuovi impianti.

#### *5.4.2.2 Realizzazione di bacini multifunzionali per attività agricola, attività zootecnica e protezione antincendio*

Su specifica richiesta del territorio, si valuterà, in accordo con i Comuni, la realizzazione, lungo i due corpi idrici che defluiscono dai cantieri minerari (rispettivamente il Rio Maguru verso E ed il Rio Conca Moi verso W), di 2 piccoli bacini di accumulo idrico, funzionali sia all'attività agrozootecnica del territorio (si rammenta come l'altopiano di Silius e San Basilio, nella stagione estiva o nei periodi di siccità, disponga di modestissime risorse idriche), sia alle finalità di protezione antincendio.

La collocazione definitiva e le caratteristiche dei bacini, che si potranno avvalere delle risorse idriche di educazione eccedenti le necessità dei cantieri minerari, sarà definita di comune accordo con le Amministrazioni, che cureranno i necessari aspetti amministrativi.

## 5.5 MATRICI DI SINTESI DEGLI IMPATTI

Nel definire la modalità più idonea di rappresentazione sinottica degli impatti, si è deciso di procedere in continuità con gli strumenti adottati nello Studio di Impatto Ambientale promosso dall'attuale concessionario, nella sua ultima versione datata 2007, in maniera da evidenziare chiaramente gli effetti delle nuove scelte progettuali e impiantistiche e le differenze rispetto al precedente quadro.

Di conseguenza, viene di seguito rappresentata una matrice di impatto ambientale in cui i fattori di impatto sono posti in relazione sia con le attività del ciclo di lavorazione, sia con le componenti ambientali con cui interagiscono. Gli impatti vengono distinti in base:

- a. alla loro natura (nullo o trascurabile, negativo, positivo);
- b. alla loro entità (lieve, moderato, rilevante);
- c. alla loro reversibilità (reversibile o irreversibile).

L'esame della matrice mostra come gli impatti negativi presenti siano tutti di lieve entità, fatto salvo l'impatto sulla qualità delle acque sotterranee, al quale si contrappongono opportune soluzioni tecniche ed impiantistiche di gestione del problema.

Tutti gli impatti negativi sono inoltre reversibili, in generale già sul breve termine.

Si segnalano comunque anche impatti nettamente positivi, sia con riferimento al contesto ambientale (grazie alle sistemazioni idrogeologiche dei bacini imbriferi afferenti ai cantieri minerari) che a quello socio economico (grazie alla rilevanza dell'iniziativa sia dal punto di vista occupazionale che da quello dell'indotto generato).





## 6 PIANO DI MONITORAGGIO

Il Programma di Monitoraggio ambientale rappresenta l'insieme delle attività che il proponente intende adottare durante tutte le fasi operative (*ante operam*, fase di esercizio e *post operam*) per misurare oggettivamente gli effetti ambientali che si possono generare a carico delle componenti ecologiche interferite.

Gli obiettivi che tale programma persegue sono:

- a. verificare la sussistenza ed eventualmente quantificare gli impatti previsti nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale;
- b. eseguire confronti rispetto alla fase *ante operam* (condizioni iniziali degli ambienti) durante l'esercizio degli impianti e al termine dell'intervento;
- c. controllare periodicamente le condizioni ambientali, al fine di evidenziare eventuali impatti imprevisti e predisporre misure di contenimento e mitigazione idonee e il più possibile tempestive.

L'intervento in progetto coinvolge, durante tutte le fasi operative, differenti matrici ambientali, in vari aspetti e con tempistiche differenti.

Nel caso in esame si ritiene utile individuare le seguenti matrici ambientali di riferimento:

1. Atmosfera: azioni di monitoraggio relative alle componenti Aria e Rumore.
2. Geosfera: azioni di monitoraggio delle componenti Vibrazioni e Suolo
3. Idrosfera: azioni di monitoraggio relative ad acque superficiali e sotterranee ed agli scarichi in corpi idrici superficiali.

### 6.1 ATMOSFERA - QUALITÀ DELL'ARIA

#### 6.1.1 Oggetto e modalità di monitoraggio

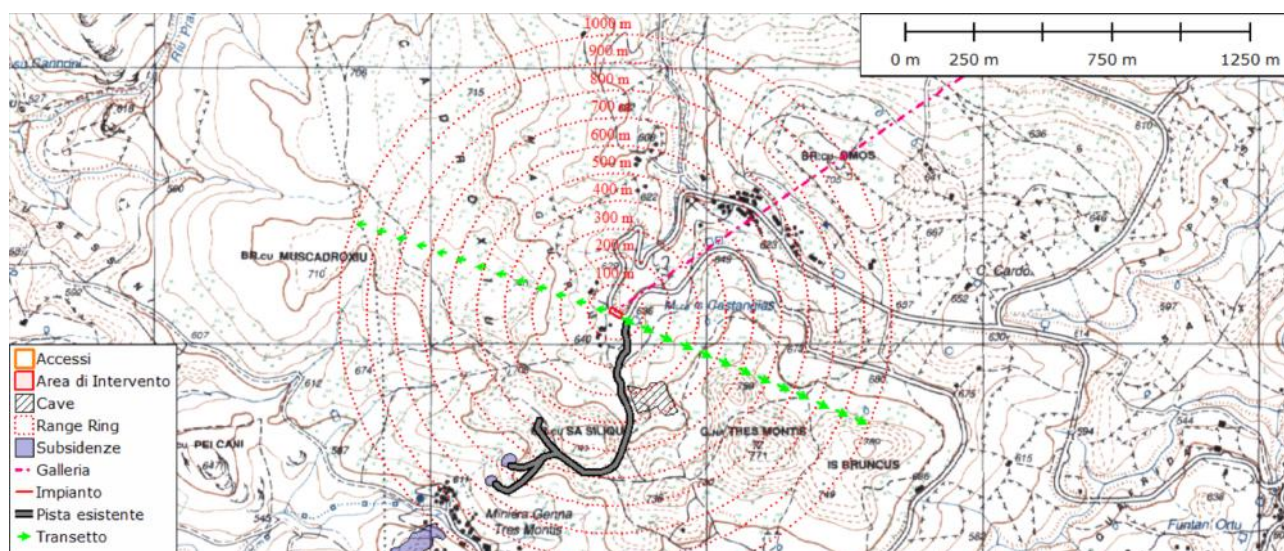
Le attività estrattive si eserciteranno in due ambiti principali:

1. ambito ipogeo: tutte le attività di estrazione e trasporto verso l'esterno del minerale;
2. ambito superficiale: tutte le attività di processo e trattamento del minerale estratto (impianti pozzo Centrale).

Dal momento che le emissioni in atmosfera possono essere ricondotte a due principali categorie, ovvero emissioni di inquinanti da parte dei mezzi a motore ed emissioni di polveri derivanti dalla movimentazione del minerale (in fase di estrazione e trattamento), si ritiene che un indicatore efficace nella misura di questo aspetto sia l'analisi delle polveri sottili (PM10), le quali, per la loro capacità di penetrare nel sistema respiratorio, possono generare disturbi sia negli operatori che in soggetti esposti cronicamente.

Per valutare questo aspetto si predisporranno campagne di misurazione periodica delle polveri presso i siti di trattamento del minerale, che prevedono l'individuazione di transesti ambientali interni ed esterni al sito, al fine di misurare lo spettro delle polveri all'interno ed in un intorno significativo del sito produttivo, entro il quale il particolato sollevato potrebbe venire trasportato.

I transesti di analisi verranno individuati considerando anche il regime anemometrico medio (direzione dominante e intensità del vento) dell'area, al fine di misurare l'eventuale trasporto lungo direttrici preferenziali: le misure verranno eseguite entro un *range* di 1 km dal sito produttivo, ritenendo tale intervallo sufficiente a coprire la distanza entro cui è prevedibile il deposito del pulviscolo eventualmente sollevato.



*Fig. 99 – Area di indagine e ipotesi di transetto di misura delle polveri sottili nell'intorno dell'area di PC*

### 6.1.2 Tempistica di monitoraggio

In fase **ante operam**, sarà eseguita, lungo, i transesti individuati, una campagna preliminare per la misura dello spettro delle polveri presenti in assenza dell'impianto, per misurare la condizione di controllo sulla base della quale eseguire i confronti ad impianto attivo.



In fase di **impianto attivo**, invece, si procederà all'esecuzione, durante il primo anno di attività dell'impianto di trattamento, di campagne di misura delle polveri sottili in momenti significativi delle lavorazioni ed in condizioni climatiche di riferimento stagionale, con una previsione di almeno 2 monitoraggi/anno.

## 6.2 QUALITÀ DELL'ARIA - RUMORE

### 6.2.1 Oggetto e modalità di monitoraggio

Si svolgeranno indagini di caratterizzazione relativamente ai valori di immissione (clima acustico) e ai valori di emissione riconducibili alle attività estrattive ed alle attività di processo del minerale.

Relativamente alle attività estrattive in sotterraneo, saranno individuati siti sensibili in superficie che possano essere esposti alla percezione delle attività di estrazione (con particolare riferimento alle mine utilizzate per lo scavo delle gallerie e per la coltivazione dei pannelli di minerale).

Relativamente alle attività di trattamento del minerale (area esterna pozzo Centrale) si individueranno siti sensibili lungo transetti analoghi a quelli individuati per la misura delle polveri (rif. figura precedente).

### 6.2.2 Tempistica di monitoraggio

In fase **ante operam**, si eseguirà, lungo i transetti e presso i siti sensibili individuati, una campagna fonometrica preliminare per la misura del clima acustico (livello di immissione ambientale) in assenza dell'impianto.

In fase di **impianto attivo**, si procederà all'esecuzione, durante il primo anno di attività dell'impianto di trattamento, di campagne di misura delle emissioni sonore in momenti significativi delle lavorazioni, con una previsione di almeno 2 monitoraggi/anno.

## 6.3 GEOSFERA - VIBRAZIONI

### 6.3.1 Oggetto e modalità di monitoraggio

Si procederà inizialmente all'individuazione dei potenziali recettori sensibili in superficie in un intorno significativo dei siti di estrazione e trattamento, indicativamente previsto entro un raggio di 1 km da pozzo Centrale, implementando indagini di controllo anche ai margini dell'abitato di Silius;

Si eseguiranno verifiche circa la sussistenza di vibrazioni riconducibili all'attività mineraria e di trattamento del minerale estratto, valutandone intensità e persistenza e verificandone la compatibilità con la normativa vigente in materia.

#### 6.3.2 Tempistica di monitoraggio

In fase di **impianto attivo**, si procederà all'esecuzione, durante il primo anno di attività dell'impianto di trattamento, di campagne di misura delle vibrazioni in momenti significativi delle lavorazioni (sparo mine, esercizio impianto di trattamento), eseguite su edifici potenzialmente sensibili ed a livello ambientale, con una previsione di almeno 1 monitoraggio/anno.

### 6.4 GEOSFERA - SUOLO

#### 6.4.1 Oggetto e modalità di monitoraggio

Per quanto attiene a questa componente le attività di monitoraggio riguarderanno:

- a. la caratterizzazione chimico-fisica periodica dei materiali estratti, per verificarne l'idoneità al progressivo reimpiego per le riempiere in sotterraneo;
- b. l'analisi ecologica dei suoli, al fine di caratterizzarne le condizioni in termini di livello di qualità (attraverso l'applicazione dell'Indice Ecologico di Qualità Biologica del Suolo – QBS - Parisi, 2001) e caratteristiche pedologiche, in previsione delle operazioni di trapianto e rinverdimento previste negli interventi di ripristino della copertura vegetazionale;

Le indagini sui materiali estratti, in funzione delle attività previste, riguarderanno in particolar modo la concentrazione di metalli pesanti (Pb, Zn, Ni, Cu, Cr, Mn, Fe, As, Cd) e di alcuni composti solubili (solfati, fluoruri), oltre alla presenza di idrocarburi.

Le indagini sui suoli consentiranno la parametrizzazione degli indicatori pedologici, sia chimici (sostanza organica, umidità relativa, pH, ecc.) che fisici (tessitura, struttura capacità di ritenzione idrica), e degli indicatori biologico-ecologici (struttura della comunità edafica, applicazione dell'indice QBS).



Fig. 100 – Ubicazione indicativa delle stazioni di monitoraggio del suolo presso il sito di pozzo Centrale

#### 6.4.2 Tempistica di monitoraggio

Relativamente alla caratterizzazione dei materiali estratti, il monitoraggio sarà eseguito esclusivamente ad **impianto attivo**, con cadenza giornaliera (in quanto trattasi di campionamento automatico per le necessità di trattamento).

Relativamente alla caratterizzazione ecologica e pedologica dei suoli, in fase **ante operam** si procederà ad un campionamento nei siti individuati al fine di ottenere uno spettro ecologico del suolo pre intervento.

In fase **post operam**, a valle degli interventi di ripristino, presso le stazioni individuate sarà opportuno procedere, per un periodo almeno triennale e con frequenza annuale, all'esecuzione di campionamenti per la verifica dell'evoluzione edafica e della condizione complessiva del suolo ricostituito.



## 6.5 IDROSFERA – ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

### 6.5.1 Oggetto e modalità di monitoraggio

Come visto in precedenza, le attività di estrazione e trattamento del minerale comportano l'utilizzo di acque (colonna di eduazione + ricircolo) la cui destinazione finale è quella dell'impianto di trattamento chimico-fisico di GTM.

Per verificare l'efficienza del processo di depurazione, sono già disponibili i rilievi fisico-chimici delle acque di eduazione (all'uscita in superficie) e di processo (all'uscita dell'impianto di trattamento), parte integrante del programma di monitoraggio già attivo (con cadenza mensile) presso il sito della miniera di Silius.

I parametri che vengono attualmente misurati (e che si assumono come riferimento anche per il monitoraggio attuato dal proponente) riguardano:

- a. parametri fisici (colore, temperatura, odore, solidi sospesi)
- b. parametri chimici (pH, COD, BOD5, fosforo totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, tensioattivi totali, Solfuri, Solfiti, Solfati, Fluoruri, Cloro attivo libero, metalli pesanti quali Al, Cd, Fe, Mn, Ni, Pb, Cu, Zn)
- c. parametri biologici (Escherichia Coli)

In aggiunta a ciò, si procederà all'analisi ecologica del corpo idrico recettore, individuando due stazioni di monitoraggio, rispettivamente a monte e a valle del previsto scarico, al fine di poterne misurare gli eventuali effetti a carico della qualità ecologica del corso d'acqua.

Gli indicatori che verranno utilizzati saranno in questo caso:

- a. Misura e analisi dei parametri chimici e fisici di significato ecologico (Temperatura, Conducibilità, pH, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico, Fosforo totale, Carica batterica) e applicazione di indici di qualità LIMeco
- b. Analisi di struttura e composizione della comunità macrobentonica attraverso l'applicazione di indici ecologici (STAR ICMI)

Tali analisi consentiranno anche di valutare l'efficienza dei depuratori biologici presenti allo scarico delle acque civili presso i cantieri di MX, PC e GTM.

Il medesimo criterio, sarà applicato anche presso il sito del Pozzo Centrale, in corrispondenza del collettamento a valle del sito delle acque superficiali in ingresso da monte (trasferite a valle del cantiere mediante le descritte opere di regimazione e bypass idraulico).



*Fig. 101 – Ubicazione indicativa delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali presso i cantieri di pozzo Centrale e Genna Tres Montis*

#### 6.5.2 Tempistica di monitoraggio

Relativamente alle acque sotterranee, per la fase **ante operam** sono già disponibili i rilievi fisico-chimici delle acque di eduazione e di processo (all'uscita dell'impianto di trattamento), parte integrante del programma di monitoraggio già attivo (con cadenza mensile) presso il sito della miniera di Silius.

Analoghe analisi potranno quindi essere effettuate alla ripresa dell'attività estrattiva (**impianto attivo**), senza soluzione di continuità e/o variazione di frequenza; nella fase **post operam**, con l'arresto dell'impianto di eduazione, il monitoraggio si limiterà alle acque superficiali.

Relativamente alle acque superficiali, nelle stazioni individuate, in fase **ante operam** verranno eseguite osservazioni finalizzate alla misura dello stato ambientale (bianco ambientale) in assenza di pressioni; in fase di **impianto attivo**, si procederà alla misura dei medesimi indicatori con cadenza semestrale. Infine, nella fase **post operam**, si prevede un monitoraggio almeno triennale successivo alla chiusura dei cantieri, con cadenza annuale.



*Fig. 102 – Ubicazione indicativa delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali presso il cantiere di Muscadroxiu*

## **7 PROGETTO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI**

### **7.1 INTERVENTI DI RIPRISTINO AMBIENTALE**

#### **7.1.1 Tipologie d'intervento**

Come anticipato, e come previsto dal Bando regionale per la ripresa dell'attività mineraria, spettano all'attuale concessionario le attività di bonifica e ripristino ambientale connesse alla pregressa gestione. In particolare l'attuale concessionario ha comunicato di aver già eseguito parte degli interventi di sua competenza, tra i quali:

1. Riempimento, bonifica e rinaturalizzazione delle subsidenze esterne presenti lungo l'asse filoniano
2. Piano di Caratterizzazione dell'area mineraria di Genna Tres Montis
3. Bonifica dei punti di deposito del materiale per ripiena
4. Bonifica dei depositi dei fanghi dell'impianto di pre-arricchimento
5. Smaltimento delle coperture in eternit-amianto
6. Smaltimento rifiuti e strutture di vecchi impianti

La rispondenza della situazione alle informazioni in tal senso ricevute durante il periodo di studio e verifica del sito sarà puntualmente verificata in sede di presa in consegna della miniera e delle sue pertinenze.

Il proponente si farà invece carico degli interventi di dismissione e ripristino ambientale conseguenti alla propria attività operativa, che di seguito sono rappresentati con riferimento a ciascun cantiere.

Al proposito è necessario tuttavia tener conto degli indirizzi della Regione Sardegna in tema di valorizzazione delle strutture minerarie storiche, tradottisi nell'istituzione del Parco Geominerario della Sardegna (di cui la miniera di Silius è già parte integrante): tali indirizzi, sostenuti anche dal Comune di Silius, prevedono, a fine attività e dopo gli interventi di messa in sicurezza e ripristino ambientale, la riconversione delle strutture minerarie esterne per finalità turistiche, socio-culturali o altro.



### Cantiere "Perucci"

Il cantiere di intervento è caratterizzato da una morfologia semipianeggiante e si sviluppa ai piedi di una scarpata di sbancamento, già spontaneamente in fase di rinaturalizzazione, come dimostrato dalla presenza di macchia mediterranea in diversi stadi evolutivi.

L'assenza nel settore di fasi operative di lavoro legate all'attività mineraria (nell'area è presente solo l'imboccatura di un fornello di riflusso) ha permesso una rilevante ripresa vegetativa spontanea che interessa anche le superfici e la viabilità di accesso presente nel settore più a valle del cantiere.

Il progetto minerario del proponente non prevede il riutilizzo di alcuna delle strutture ancora presenti sul posto (castello di manovra e locali annessi), ma solo il mantenimento del fornello di riflusso per la ventilazione del sotterraneo.

Eventuali interventi di ripristino ambientale risultano quindi in capo all'attuale concessionario.



*Fig. 103 – Vista aerea del cantiere Perucci (il cerchio rosso indica il perimetro dell'area mineraria)*



### Cantiere “Genna Tres Montis”

Il cantiere si localizza all'interno di un settore vallivo incassato, che nel tratto terminale, si allarga in corrispondenza della intersezione con l'impiuvio che proviene dal settore del cantiere di pozzo Centrale. Presso il fondovalle entrambi i canali torrentizi risultano in questo settore regimati in relazione alla presenza delle pertinenze della miniera.

La via di accesso principale si sviluppa lungo l'asse della valle e gli edifici e gli impianti minerari sono localizzati sui versanti della stessa. La parte occidentale del cantiere è costituita da un ampio piazzale dal quale sono stati già rimossi tutti i materiali di rifiuto che vi erano depositati.

La dismissione definitiva del cantiere al termine dell'attività prevede, in linea con le finalità del Parco Geominerario, il mantenimento della maggior parte degli edifici e delle strutture di servizio che caratterizzano l'area, in accordo con l'Amministrazione e in vista di un loro potenziale riutilizzo per altri scopi produttivi e/o di servizi.

Gli interventi di recupero in questa area si concentreranno quindi sulle aree di sedime e sulle pertinenze viarie degli edifici da dismettere al termine della attività mineraria ed interesseranno solo le zone circostanti tali edifici e le aree destinate al deposito temporaneo di attrezzi e mezzi. L'obiettivo è quello di rinaturalizzare tali aree favorendo il naturale sviluppo della vegetazione, ove presente, attraverso l'impianto di specie autoctone della macchia mediterranea successivamente all'apporto di terreno vegetale nelle aree sterili.



*Fig. 104 – Vista aerea del cantiere GTM (i cerchi rossi indicano le aree oggetto di rinaturalizzazione)*

### Cantiere “Pozzo Centrale”

Il cantiere occupa una zona di fondovalle, dove gli spazi per l'attività mineraria sono stati ricavati per colmata (terrapieno) realizzata con gli sterili delle gallerie di tracciamento e dell'impianto di prearricchimento gravimetrico: il tetto del terrapieno, subpianeggiante, è il piazzale di cantiere. L'originario impluvio, che attraversava l'area, è attualmente tombato al di sotto dei riporti.

L'area è delimitata a nord e a sud dalle due principali vie di accesso, che saranno mantenute anche al termine dell'attività, per garantire le condizioni di accessibilità ai versanti circostanti.

Il recupero, al termine di operatività del cantiere minerario, riguarderà la completa asportazione dei cumuli di materiale detritico (TV, semilavorati, sterili) e la demolizione completa degli impianti di trattamento che l'Amministrazione, nell'ambito delle finalità istituzionali del Parco Geominerario, riterrà non meritevoli di conservazione: il relativo materiale di risulta sarà avviato a vendita o riciclo (salvo le parti inservibili avviate a discarica secondo le norme vigenti).

La riqualificazione ambientale dell'area punterà alla creazione di aree verdi fruibili nelle zone circostanti gli edifici e gli impianti mantenuti, in coerenza con il contesto vegetazionale dell'area.

Gli interventi interesseranno anche la scarpata di valle del terrapieno, con interventi di impianto di specie vegetali autoctone e, ove necessario, la ricostituzione del substrato con l'aggiunta di terreno vegetale.



*Fig. 105 – Vista aerea del cantiere PC (il cerchio rosso indica le aree oggetto di rinaturalizzazione)*



### Cantiere "Muscadroxu"

Il cantiere Muscadroxu si sviluppa lungo una stretta vallata, dove il fondovalle rappresenta la via di penetrazione principale (attrezzata con strada di servizio) ed i versanti rappresentano invece il sedime per gli edifici direzionali e di servizio.

Gli edifici presenti (uffici, locali di servizio, foresterie) saranno per la maggior parte mantenuti (salvo i manufatti temporanei fatiscenti di cui potrà essere richiesta la demolizione per ragioni di sicurezza) in previsione di un loro riutilizzo per altri scopi in accordo con l'Amministrazione.

Il recupero ambientale interesserà quindi il fondovalle, dove si provvederà al rimodellamento morfologico puntuale delle aree interessate dai lavori e della strada bianca che le percorre, e le aree circostanti gli edifici (posto che le aree interessate dal preesistente trattamento e stoccaggio del minerale sono già state oggetto di ripristino da parte dell'attuale concessionario), dove gli interventi mireranno a favorire il naturale sviluppo della vegetazione, ove presente, ed a ripristinare una copertura di macchia mediterranea in corrispondenza delle aree lasciate libere dalla dismissione delle strutture attualmente presenti. A tal fine si prevede l'impianto di specie autoctone della macchia mediterranea successivamente all'apporto di terreno vegetale nelle aree sterili



*Fig. 106 – Vista aerea del cantiere MX (il cerchio rosso indica le aree oggetto di rinaturalizzazione)*

### Cantiere "S'Acqua Frida"

Il cantiere occupa il settore di mezza costa dell'omonima valletta. Il piazzale attualmente presente è costituito da materiale di riporto a riempimento di un tratto del fondovalle. Gli edifici e gli impianti minerari sono localizzati sul versante sinistro della valle e sono raggiungibili sia dal piazzale che mediante una via di accesso realizzata lungo il versante nella parte sud- occidentale dell'area (che serve anche una cava di prestito adiacente agli impianti minerari).

L'intervento previsto a conclusione della attività mineraria prevede:

1. il mantenimento delle strutture e degli edifici esistenti nell'ottica della loro valorizzazione per altri usi;
2. il rimodellamento morfologico del fondovalle, con la ricostituzione dei profili morfologici preesistenti ed il ripristino dell'alveo (eliminazione della tombatura);
3. la rinaturalizzazione delle aree circostanti gli edifici e dei versanti rimodellati con apporto di terreno vegetale ed impianto di specie vegetali autoctone.



*Fig. 107 – Vista aerea del cantiere AF (il cerchio rosso indica le aree oggetto di rinaturalizzazione)*

### 7.1.2 Modalità di rinaturalizzazione

Le operazioni di ripristino, che come detto verranno progettate in dettaglio al termine della concessione sulla base delle reali condizioni dei cantieri, verranno pianificate seguendo due criteri principali:

1. adozione di rimodellamenti 'naturaliforme', secondo morfologie capaci di raccordarsi con il profilo e le pendenze naturali del versante;
2. adozione di tecniche di reinserimento delle specie vegetali che facilitino la ricolonizzazione delle essenze spontanee e limitino l'ingresso di infestanti.

Per le attività di cui al punto 1, la profilatura delle nuove superfici dovrà avvenire in modo da massimizzare le possibilità di attecchimento delle essenze vegetali, in particolare realizzando scarpate a tesa unica e con ridotta pendenza, mantenendo gli affioramenti di roccia in posto.

Per le attività di cui al punto 2 si potranno attuare diverse tecniche di reinserimento di seguito riassunte. Innanzitutto si ritiene opportuno sottolineare che, essendosi riscontrata una significativa attività di ricolonizzazione spontanea delle aree circostanti o interne ai cantieri, gli interventi di ripristino andranno progettati contemplando questa capacità dell'ecosistema, immaginando in particolare di affiancare e sostenere il processo di ricolonizzazione naturale senza prevederne l'esclusiva sostituzione con gli interventi artificiali di seguito sinteticamente descritti.

Al fine di poter indirizzare meglio gli interventi di ripristino della copertura vegetale, ed al fine di poterne monitorare l'efficacia (rif. programma di monitoraggio), si renderà necessaria l'esecuzione preliminare di indagini di dettaglio:

1. di tipo floristico vegetazionale: analizzando la specifica copertura presente nelle aree interessate e nell'intorno delle stesse al termine dei lavori, al fine di individuare con precisione la tipologia vegetazionale di riferimento (approfondendo le osservazioni condotte in questa sede, che avevano il solo scopo di inquadrare le aree nel paesaggio forestale locale);
2. di tipo pedologico: analizzando i parametri chimici (sostanza organica, umidità relativa, pH etc...) e fisici (tessitura, struttura capacità di ritenzione idrica) dei suoli interessati dalle operazioni di ripristino;



3. di tipo biologico (struttura della comunità edafica), al fine di ottenere uno spettro ecologico del suolo ed un quadro di riferimento del suo stato ecologico del suolo (da confrontare con le condizioni rilevate in fase ante operam).

Si potranno quindi prevedere indicativamente tre tipologie di inserimento delle nuove essenze, che verranno predisposte in funzione delle morfologie superficiali stabilizzate ad intervento ultimato, individuando così:

- a. superfici da lasciare alla ricolonizzazione spontanea;
- b. superfici da destinare alla semina di essenze erbacee (spaglio di fiorume e trapianto di zolle erbose);
- c. superfici da destinare al reinserimento di essenze arbustive (reimpianto arbusti e trapianto di ecocelle).

In un'ottica di ottimizzazione e di integrazione con le dinamiche successionali naturali, si ritiene di escludere il reinserimento di essenze arboree, dato che il suolo ricostituito sui sedimenti riportati necessiterà di tempo per acquisire le caratteristiche idonee ad ospitare elementi arborei. Le specie arbustive ed erbacee sono in tal senso più versatili e svolgeranno una funzione di tipo preparatorio che, nel medio – lungo periodo, genererà le condizioni per l'insediamento spontaneo di vegetazione più strutturata (dalla macchia alta al bosco vero e proprio). Il reinserimento di specie erbacee e arbustive è in effetti coerente con la ricostituzione di ambiti vegetazionali di gariga che, nella successione vegetazionale, rappresentano stadi degradati di macchia e di bosco, verso i quali tuttavia possono evolvere.

Sulle superfici che verranno sottoposte a ripristino erbaceo e arbustivo si potrà procedere alla posa di un substrato di terriccio artificiale di matrice organico-vegetale, composto da terriccio a matrice sabbiosa, compost organico, elementi minerali e concimanti organici. La composizione del terriccio, come quella della miscela, e la quantità per metro quadro verranno stabilite in funzione delle condizioni sito specifiche dipendenti dalla granulometria e tessitura dei riporti al momento della fine dei lavori.

Tale substrato, andando ad implementare la matrice del materiale riportato, contribuirà a generare un substrato migliore per:

- a. l'attecchimento delle essenze erbacee, relativamente alle quali si potrà procedere con lo spargimento a spaglio di fiorume reperito in loco o recuperato presso centri specializzati:

- b. la piantagione di arbusti, che prevede la fornitura e la messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, aventi altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale;
- c. il trapianto dal selvatico, per ottimizzare il processo di ricolonizzazione e facilitare l'insediamento di comunità di microorganismi edafici sito specifici, che potrà essere esguito, secondo la tecnica definita dal 'Manuale APAT Tecniche di ingegneria naturalistica nei pendii percorsi da incendio', tramite il trapianto di zolle erbose che di ecocelle (*"Attraverso lo spostamento di un'intera comunità vivente si possono creare delle isole verdi in aree prive di vegetazione; da questi punti isolati (ecocelle o zolle erbose) partirà il processo di colonizzazione dell'area. Il principale vantaggio di questo tipo di intervento sta nel fatto che si trapiantano contemporaneamente la comunità vegetale - costituita da piante erbacee, suffrutici e arbusti singoli o a cespito - la pedofauna ed i microrganismi del terreno (funghi e batteri) così importanti nei processi di decomposizione e di mineralizzazione della sostanza organica. Il prelievo ed il trasporto verranno eseguiti a macchina e la collocazione in aree a ciò predisposte dovrà avvenire il più rapidamente possibile. L'attecchimento migliore si avrà durante lo stadio di riposo vegetativo. Il trapianto di ecocelle va effettuato in concomitanza di scavi, ad esempio minerari, che prevedono vaste superfici di scotico ed altrettante di ripristino. Le porzioni di scarpata tra le ecocelle verranno ricoperte di terreno vegetale che verrà seminato con miscele normali, in attesa della ricolonizzazione da parte delle specie autoctone sia vegetali che animali contenute nelle ecocelle stesse"*). In tal caso la disposizione delle varie modalità di piantumazione andrà definita avendo cura di predisporre i nuclei arbustivi ed erbacei, in modo da evitare *pattern* troppo regolari che rischierebbero di apparire artificiali.



## 7.2 INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

Con la fine dell'attività estrattiva, ai sensi e per gli effetti dell'art. 38 del R.D. n. 1443/27 e s.m.i. ed in attuazione delle linee guida del Servizio Attività Estrattive della regione Autonoma della Sardegna, verranno condotti gli interventi per la messa in sicurezza della miniera: tali interventi, che servono per eliminare o comunque limitare al minimo le situazioni di potenziale pericolo per persone, animali e ambiente, sono preliminari e/o contemporanei alle attività di ripristino ambientale.

La tipologia e le specificità degli interventi, dettate anche da nuovi eventi, ora non prevedibili, connessi alla ripresa dell'attività estrattiva, saranno oggetto di specifiche indicazioni e prescrizioni del Servizio Attività Estrattive all'atto di rinuncia della Concessione mineraria.

In base allo sviluppo dell'attività prevista nel piano industriale, devono essere previsti i seguenti interventi:

### Sotterraneo

- Completamento delle attività di riempimento dei vuoti di coltivazione generati dalle ultime attività di estrazione
- Recupero delle macchine, degli impianti e delle attrezzature suscettibili di una valutazione economica, di un riutilizzo e/o di un potenziale pericolo di inquinamento
- Recupero di tutti i materiali che possono generare, nel breve o lungo periodo, fonti di inquinamento per le acque
- Interruzione dell'eduzione delle acque di miniera

### Cantiere "Perucci"

- Recupero e/o demolizione degli impianti connessi alla ventola di riflusso, compresi motore, riduttore, struttura in ferro, quadri elettrici, etc.
- Eliminazione dei manufatti in calcestruzzo e muratura, salvo diversa indicazione dell'amministrazione
- Tombatura del fornello di riflusso mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata
- Tutti gli interventi di censimento e interdizione necessarie.

### Cantiere "Genna Tres Montis":

La dismissione e lo smantellamento fisici riguarderanno, a valle dell'eliminazione del vincolo pertinenziale, solo le parti impiantistiche provvisorie funzionali all'estrazione e inservibili per altri usi (es. parti mobili, impianti tecnologici, tubazioni esterne, vasche, ecc.), mentre resta a carico dell'attuale concessionario l'eventuale rimozione degli impianti funzionali già esistenti ma sui quali il proponente non ha richiesto il mantenimento del vincolo pertinenziale (es. vecchio impianto gravimetrico): il tutto a meno di valorizzazioni di altra natura (archeologia industriale, sistemi museali, ecc.) decisi dall'Amministrazione. Si prevedono quindi:

- Recupero dell'impianto chimico-fisico di depurazione delle acque di eduazione (salvo diverse indicazioni dell'Amministrazione)
- Tombatura del pozzo mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata
- Tombatura del fornello di ripiena mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata
- Demolizione di eventuali manufatti e fabbricati fatiscenti o non riutilizzabili per le finalità istituzionali del Parco Geominerario e/o del Comune di Silius
- Tutti gli interventi di censimento e interdizione necessarie

### Cantiere "Pozzo Centrale":

La dismissione e lo smantellamento fisici riguarderanno, a valle dell'eliminazione del vincolo pertinenziale, solo le parti impiantistiche provvisorie funzionali all'estrazione ed alla lavorazione ed inservibili per altri usi (es. parti mobili, impianti tecnologici, tubazioni esterne, ecc.), mentre resta a carico dell'attuale concessionario l'eventuale rimozione degli impianti funzionali già esistenti ma sui quali il proponente non ha richiesto il mantenimento del vincolo pertinenziale: il tutto a meno di valorizzazioni di altra natura (archeologia industriale, sistemi museali, ecc.) decisi dall'Amministrazione. Si prevedono quindi:

- Messa in sicurezza dell'impianto sink float e delle strutture connesse, qualora l'Amministrazione ritenesse tali impianti meritevoli di conservazione
- Messa in sicurezza dell'impianto di flottazione e delle strutture connesse, qualora l'Amministrazione ritenesse tali impianti meritevoli di conservazione
- Tombatura del pozzo mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata

- Tombatura del fornello di ripiena mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata;
- Demolizione di eventuali manufatti e fabbricati fatiscenti o non riutilizzabili per le finalità istituzionali del Parco Geominerario e/o del Comune di Silius
- Tutti gli interventi di cementamento e interdizione necessarie

#### Cantiere "Muscadroxu":

Come per gli altri cantieri, al termine delle operazioni minerarie si prevede lo smantellamento fisico dei soli impianti temporanei funzionali alla produzione (es. parti mobili, impianti tecnologici, tubazioni esterne, vasche, ecc.), ed in particolare dei soli impianti sui quali il proponente ha richiesto il mantenimento del vincolo pertinenziale per l'attuazione del proprio programma d'intervento, salvo prescrizione di conservazione per finalità di valorizzazione. Si prevedono quindi:

- Tombatura del pozzo mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata;
- Tombatura di n. 2 fornelli mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata;
- Demolizione di eventuali manufatti e fabbricati fatiscenti o non riutilizzabili per le finalità istituzionali del Parco Geominerario e/o del Comune di Silius
- Tutti gli interventi di cementamento e interdizione necessarie

#### Cantiere "S'Acqua Frida":

Come per gli altri cantieri, al termine delle operazioni minerarie si prevede lo smantellamento fisico dei soli impianti temporanei funzionali alla produzione (es. parti mobili, impianti tecnologici, tubazioni esterne, vasche, ecc.), ed in particolare dei soli impianti sui quali il proponente ha richiesto il mantenimento del vincolo pertinenziale per l'attuazione del proprio programma d'intervento, salvo prescrizione di conservazione per finalità di valorizzazione. Si prevedono quindi:

- Tombatura del pozzo mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata;
- Tombatura del fornello di ripiena mediante soletta in cemento armato realizzata con putrelle in ferro e rete elettrosaldata;





- Demolizione di eventuali manufatti e fabbricati fatiscenti o non riutilizzabili per le finalità istituzionali del Parco Geominerario e/o del Comune di San Basilio
- Tutti gli interventi di censimento e interdizione necessarie.

Salvo diverse indicazioni dell'Amministrazione, tutte le strutture verticali comunicanti all'esterno (pozzi e fornelli) saranno preliminarmente riempite, quando possibile, con materiale sterile di ripiena, a cui seguirà, come sopra indicato, la tombatura dei relativi imbocchi.

### 7.3 COSTI DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA

Per gli interventi di recupero ambientale e messa in sicurezza della miniera e dei relativi impianti è stata prevista una spesa complessiva di 1.500.000 euro, riportati fra le previsioni d'investimento esposte nel prossimo capitolo.

**8 INVESTIMENTI**

Di seguito si riporta il prospetto degli investimenti previsti per la ripresa dell'attività mineraria, comprensivo di:

- a. oneri di ripristino e messa in sicurezza del sotterraneo e degli impianti attuali;
- b. oneri per le grandi preparazioni in sotterraneo
- c. oneri per i nuovi impianti in sotterraneo
- d. oneri per i nuovi impianti in superficie
- e. oneri per macchine e attrezzature speciali
- f. oneri per opere accessorie e compensative
- g. oneri per spese tecniche, indagini, monitoraggi, sicurezza

QUADRO ECONOMICO GENERALE			
Descrizione	Importo	IVA	Totale
<b>RIPRISTINI E MESSE IN SICUREZZA PRELIMINARI</b>			
Ripristino armatura gallerie principali	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
Ripristino castelletto pozzo GTM	€ 350.000	€ 77.000	€ 427.000
Verifica e consolidamento pozzo AF	€ 80.000	€ 17.600	€ 97.600
Manutenzione e ripristino fornelli ripiena	€ 80.000	€ 17.600	€ 97.600
Manutenzione e ripristino impianto acqua miniera	€ 90.000	€ 19.800	€ 109.800
Manutenzione e ripristino impianto A/C miniera	€ 75.000	€ 16.500	€ 91.500
Manutenzione straordinaria macchine di recupero	€ 400.000	€ 88.000	€ 488.000
<b>GRANDI PREPARAZIONI IN SOTTERRANEO</b>			
Galleria di base W	€ 950.000	€ 209.000	€ 1.159.000
Fornelli W	€ 350.000	€ 77.000	€ 427.000
Galleria di base E	€ 2.000.000	€ 440.000	€ 2.440.000
Fornelli E	€ 600.000	€ 132.000	€ 732.000
Rampa AF	€ 600.000	€ 132.000	€ 732.000
Rampa GTM	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
Rampa E	€ 600.000	€ 132.000	€ 732.000
Polveriera	€ 50.000	€ 11.000	€ 61.000
Approfondimento e completamento pozzo Centrale	€ 1.500.000	€ 330.000	€ 1.830.000
Approfondimento e completamento pozzo AF	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000
Approfondimento e completamento pozzo GTM	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000
Montaggi linee tecnologiche	€ 600.000	€ 132.000	€ 732.000
Armamento	€ 700.000	€ 154.000	€ 854.000
<b>IMPIANTI SOTTOSUOLO</b>			
Impianto miscelazione e pompaggio fanghi	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000



Tubazioni pompaggio fanghi	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
Potenziamento impianto eduazione	€ 150.000	€ 33.000	€ 183.000
Spostamento e revisione frantumazione primaria	€ 700.000	€ 154.000	€ 854.000
Tramogge	€ 200.000	€ 44.000	€ 244.000
Macchina estrazione pozzo Centrale	€ 900.000	€ 198.000	€ 1.098.000
Impianto carico skip	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000
Impianti elettrici	€ 350.000	€ 77.000	€ 427.000
<b>MACCHINE</b>			
Pale LHD batteria 3mc	€ 1.500.000	€ 330.000	€ 1.830.000
Pala LHD servizio diesel	€ 150.000	€ 33.000	€ 183.000
DTH	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000
Compressori 20 bar 110 kW	€ 150.000	€ 33.000	€ 183.000
Dumper batteria	€ 250.000	€ 55.000	€ 305.000
Jumbo	€ 400.000	€ 88.000	€ 488.000
Bullonatrice	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
Locomotori minerale	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
Locomotore servizio	€ 60.000	€ 13.200	€ 73.200
Vagoni minerale	€ 450.000	€ 99.000	€ 549.000
Skip argani	€ 70.000	€ 15.400	€ 85.400
Impianto ribaltamento vagoni	€ 30.000	€ 6.600	€ 36.600
Miniescavatore elettrico	€ 100.000	€ 22.000	€ 122.000
Pala di servizio	€ 120.000	€ 26.400	€ 146.400
Mezzi di servizio cassonati	€ 100.000	€ 22.000	€ 122.000
Mezzi di trasporto personale	€ 80.000	€ 17.600	€ 97.600
<b>MANUTENZIONE SINK FLOAT</b>			
Revisione nastri impianto	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
Revisione frantoi e vagli	€ 100.000	€ 22.000	€ 122.000
Pompe e motori vari	€ 80.000	€ 17.600	€ 97.600
Impianti elettrici e PLC	€ 100.000	€ 22.000	€ 122.000
<b>NUOVE PARTI SINK FLOAT</b>			
Impianto vagliatura a umido	€ 100.000	€ 22.000	€ 122.000
Filtropressa	€ 130.000	€ 28.600	€ 158.600
Impianto smaltimento acque (fosso di guardia)	€ 300.000	€ 66.000	€ 366.000
<b>NUOVO IMPIANTO DI FLOTTAZIONE</b>			
Nastri alimentazione e stoccaggio	€ 450.000	€ 99.000	€ 549.000
Trasporto, revisione e rimontaggio cabine e power center	€ 200.000	€ 44.000	€ 244.000
Trasporto, revisione e rimontaggio mulini	€ 200.000	€ 44.000	€ 244.000
Integrazione sezione macinazione e classifica	€ 150.000	€ 33.000	€ 183.000
Sezione flottazione	€ 1.700.000	€ 374.000	€ 2.074.000
Sezione addensamento, filtrazione e stoccaggio concentrati	€ 1.100.000	€ 242.000	€ 1.342.000
Sezione trattamento acque	€ 800.000	€ 176.000	€ 976.000
Tubazioni e valvole	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000
Impianto elettrico, automazione, strumentazione	€ 700.000	€ 154.000	€ 854.000
Strutture impianto	€ 500.000	€ 110.000	€ 610.000



Fabbricati	€ 800.000	€ 176.000	€ 976.000
Impianto FV	€ 250.000	€ 55.000	€ 305.000
INTERVENTI DI RECUPERO AMBIENTALE E MESSA IN SICUREZZA A FINE LAVORI			
Interventi di ripristino ambientale e messa in sicurezza cantieri	€ 1.500.000	€ 330.000	€ 1.830.000
ALTRI INTERVENTI			
Opere di regimazione acque superficiali	€ 600.000	€ 132.000	€ 732.000
Opere compensative per servizi agrozootecnici e antincendio	€ 400.000	€ 88.000	€ 488.000
SPESE TECNICHE PER V.I.A.			
Studio d'Impatto Ambientale	€ 60.000	€ 13.200	€ 73.200
Monitoraggi	€ 100.000	€ 22.000	€ 122.000
SPESE GENERALI			
Ingegneria (progettazione e collaudi)	€ 2.000.000	€ 440.000	€ 2.440.000
Oneri di legge su ingegneria	€ 80.000	€ 17.600	€ 97.600
Spese per rilievi e indagini (esclusa ricerca mineraria - rif. par. 4.6)	€ 150.000	€ 33.000	€ 183.000
Spese per nuovi allacci rete elettrica	€ 150.000	€ 33.000	€ 183.000
TOTALI	€ 32.285.000	€ 7.102.700	€ 39.387.700

## 9 CONCLUSIONI

Il confronto critico del quadro programmatico, del quadro progettuale e del quadro ambientale evidenzia quanto segue:

1. l'intervento in progetto risulta coerente con gli strumenti pianificatori, non interessa aree soggette a vincoli ambientali e non coinvolge ambiti naturali o seminaturali;
2. gli impatti evidenziati nel corso dell'analisi (produzione di polveri, disturbo del clima acustico, interazione con acque superficiali e sotterranee, impatto visivo dei nuovi fabbricati), oltre ad essere efficacemente mitigati dalle soluzioni progettuali ed impiantistiche previste, sono limitati da una serie di fattori favorevoli:
  - a. la collocazione in sotterraneo, ad oltre 500 m di profondità da piano campagna, di tutte le attività di estrazione del minerale;
  - b. l'esistenza delle vie di accesso al sotterraneo e dei relativi impianti, senza alcuna necessità di realizzazione di nuove opere infrastrutturali nella fase 1 di sviluppo del progetto (oggetto del presente SIA);
  - c. la distanza dei siti di lavorazione del minerale da possibili recettori (abitato di Silius a circa 4 km dal sito);
  - d. la morfologia del territorio, con la collocazione delle aree di lavorazione esterna in contesti remoti, non visibili dai principali punti di osservazione (centri abitati, strade, ecc.);
  - e. l'interessamento esclusivo, da parte dei nuovi impianti di superficie, di aree minerarie attive, antropizzate, caratterizzate dalla presenza di impianti esistenti e dall'assenza di copertura vegetale;
3. il progetto in esame, che si ricorda essere il prodotto dell'assegnazione al proponente del Bando regionale per la ripresa dell'attività mineraria presso il sito di Silius, determina una serie di impatti positivi così riassumibili:
  - a. la valorizzazione di uno dei pochi giacimenti minerari di interesse economico ancora presenti sul territorio sardo;
  - b. la creazione di circa 50 posti di lavoro (senza contare l'indotto) in un'area caratterizzata da elevatissimi tassi di disoccupazione e da un progressivo spopolamento;
  - c. l'interesse al prolungamento della vita del giacimento mediante l'implementazione di una campagna di ricerca mineraria che possa garantire il mantenimento del valore economico del giacimento e dei livelli occupazionali per i decenni a venire;





- d. la salvaguardia di un territorio che necessita di manutenzione e controllo, sia dal punto di vista ambientale che idrogeologico.

Su tali basi, si ritiene che la valutazione di compatibilità ambientale dell'intervento proposto sia positiva.

**10 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

- ✓ **Betlej K. et al. (1990)** - Rapport sur les recherches géophysiques effectuées pour la mine de Silius en Sardaigne
- ✓ **F. Melis (2000)** – Studio dell'evoluzione verticale del giacimento filoniano a fluorite e piombo di Silius (tesi di laurea UniCA - DIGITA)
- ✓ **Benz J.P. et al. (2001)** – Expertise technico-économique de la mine de fluorine de Silius (Sardaigne). Rapport final: évaluation des réserves au 27.6.2001 et études de rentabilité
- ✓ **Marino A. (2001)** - Ricerca Operativa L. 752/82 - Unita' Mineraria "Genna Tres Montis" - Campagna sondaggi dall'interno eseguiti dalla società PROGEMISA S.p.A. – Relazione tecnica
- ✓ **Nuova Mineraria Silius S.p.A. (2003)** – Piano industriale
- ✓ **CINIGEO (2004)** – Studio d'Impatto Ambientale relativo all'attuazione del Piano Industriale della società Nuova Mineraria Silius S.p.A.
- ✓ **Massacci et al. 2005** – Miniera di Silius - Emissioni degli inquinanti aeriformi determinati dal brillamento delle volate
- ✓ **Massacci et al. 2007** – Miniera di Silius - Valutazione dell'emissione e della diffusione di inquinanti in atmosfera
- ✓ **Fluorite di Silius S.p.A. (2007)** – Piano industriale
- ✓ **Criteria PCD a.r.l. (2007)** – Studio d'Impatto Ambientale relativo all'attuazione del Piano Industriale della società Fluorite di Silius S.p.A. per la concessione mineraria "Genna Tres Montis" della miniera di Silius e dell'impianto di trattamento di Assemini
- ✓ **Boni M. et al. (2009)** - Post-Variscan hydrothermal activity and ore deposits in southern Sardinia
- ✓ **Regione Sardegna (2012)** - Bando per la presentazione di proposte progettuali finalizzate al rilascio della concessione per la riattivazione ai fini produttivi della miniera denominata "Genna Tres Montis" per minerali di F, Pb, Zn, Ag e Ba in territorio dei comuni di Silius e San Basilio (CA) con impianto di trattamento mineralurgico nel comune di Assemini (CA)
- ✓ **Fluorite Italia S.r.l. (2014)** – Piano industriale
- ✓ **Mondillo N. et al. (2017)** - Evaluation of the amount of rare earth elements in the Silius fluorite vein system (SE Sardinia, Italy)

**11 ALLEGATI**

## 1. Tavole

- ✓ Tavola 1 – Corografia d'inquadramento in scala 1:25.000
- ✓ Tavola 2 – Inquadramento concessione GTM in scala 1:10.000
- ✓ Tavola 3 – Carta geologica in scala 1:10.000
- ✓ Tavola 4 – Carta idrogeologica in scala 1:10.000
- ✓ Tavola 5 – Sezione verticale della miniera in scala 1:2.000 con le lavorazioni previste
- ✓ Tavola 6 – Planimetria aree esterne pozzo Centrale in scala 1:500
- ✓ Tavola 7 – Planimetria livelli sotterranei miniera in scala 1:5.000
- ✓ Tavola 8 – Nuovo impianto di flottazione: pianta, sezioni, prospetti in scala 1:200
- ✓ Tavola 9 – Nuovo impianto di flottazione: fotografie stato di fatto, rendering fotografici e planimetria di inquadramento su ortofoto in scala 1:1.000 con indicazione dei punti di scatto

## 2. Sintesi in linguaggio non tecnico

## 3. Allegato A3 – scheda di valutazione di impatto ambientale

## 4. Asseverazione del proponente della veridicità dei contenuti degli elaborati del progetto definitivo, dello studio di impatto ambientale e di eventuali ulteriori studi/indagini

## 5. Asseverazione del responsabile del gruppo di lavoro della veridicità dei contenuti degli elaborati del progetto definitivo, dello studio di impatto ambientale e di eventuali ulteriori studi/indagini

## 6. Asseverazione dell'esperto/specialista della veridicità dei contenuti degli elaborati del progetto definitivo, dello studio di impatto ambientale e di eventuali ulteriori studi/indagini