



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA



COMUNE DI ISILI

**PROVVEDIMENTO AMBIENTALE UNICO REGIONALE (P.A.U.R.)
PROGETTO DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE
NELL'AMBITO DELLA RICHIESTA DI CONCESSIONE MINERARIA
TEMPORANEA PER L'ESTRAZIONE DI ARGILLE SMETTICHE E
BENTONITICHE DENOMINATA "MAURU MARRAS"
IN AGRO DEL COMUNE DI ISILI (SU)**

AII.	A1
Settembre 2023	

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - PARTE C QUADRO AMBIENTALE

Soc. E.T.A.S. S.R.L. - ESTRAZIONE E TRASFORMAZIONE ARGILLE SARDE - VILLANOVATULO

IL COMMITTENTE

E.T.A.S. S.R.L.

IL PROFESSIONISTA RESPONSABILE E COORDINATORE

DOTT. GEOL. ANTONELLO FRAU

Sommario

PARTE C: QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	4
12 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	5
Descrizione dello stato attuale, popolazione, assetto socio-economico e salute	5
Descrizione degli impatti e valutazione della compatibilità dell'opera	14
Elementi qualificanti del progetto e sistemi di riduzione degli impatti	16
13 BIODIVERSITÀ, VEGETAZIONE E FLORA, ECOSISTEMI ED AREE NATURALI	17
Quadro normativo di riferimento	17
Ambiente naturale, flora e fauna nel territorio in oggetto	18
Territorio	18
Flora e fauna	21
Stima impatti - Interazioni tra opera in progetto e aree naturali protette ed ecosistemi	24
Elementi qualificanti del progetto e sistemi di riduzione degli impatti	25
14. SUOLO, USO DEL SUOLO, PATRIMONIO AGRO ALIMENTARE	26
Descrizione dello stato attuale	26
Stima degli impatti	36
Elementi qualificanti del progetto e sistemi di riduzione degli impatti	38
15 AMBIENTE IDRICO	39
Quadro normativo di riferimento	39
Idrografia e idrogeologia del territorio	40
Idrografia	40
Idrogeologia	46
Caratteristiche chimico/fisiche delle acque superficiali e sotterranee	50
Utilizzo delle risorse idriche	54
Stima degli impatti	56
Impatti in fase di esercizio	56
Impatti in fase finale e di recupero ambientale e di dismissione del cantiere	57
Aspetti qualificanti del progetto in relazione alla tutela delle acque dall'inquinamento	58
16 GEOLOGIA	61
Quadro normativo di riferimento	61
Inquadramento, geologico, morfologico tettonico-strutturale e sismico dell'area vasta	62
Geomorfologia	62
Inquadramento geologico	71
Indicazioni sulla pericolosità sismica di base e classificazione dei suoli (NTC 2018)	78
Stima degli impatti	85
aspetti qualificanti del progetto in relazione alla mitigazione degli impatti sull'assetto geologico-geomorfologico	86
17 ATMOSFERA	88
Quadro normativo di riferimento	88
Condizioni meteoroclimatiche	89
Pluviometria, termometria e relazioni	89
Ventosità	92
Dati di qualità dell'aria	94
Stima degli impatti e interventi di mitigazione	101
Emissioni in fase di esercizio ed analisi e aspetti qualificanti per la mitigazione	101
Impatti fase finale e a seguito del recupero	109

18 ASPETTI PAESAGGISTICI E IMPATTO VISIVO	110
Quadro normativo di riferimento	110
Stato attuale del paesaggio	110
Stima degli impatti	115
19. BENI MATERIALI E PATRIMONIO STORICO - CULTURALE	122
Quadro normativo di riferimento	122
Descrizione dei beni archeologici e stima degli impatti	122
Stima degli impatti	127
20 RUMORE E RADIAZIONI	128
Quadro normativo di riferimento	128
Clima acustico nell'area vasta	128
Radiazioni	130
Stima degli impatti	130
21 ASSETTO GENERALE DELLA VIABILITÀ	131
descrizione della viabilità	131
Descrizione degli impatti	133
22 QUADRO ECONOMICO DELL'INIZIATIVA – COSTI E BENEFICI	134
elementi economici del progetto e costi-benefici	134
23. PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	143
24 BILANCIO COMPLESSIVO E STIMA DEGLI IMPATTI SULL'AMBIENTE	144
Procedura di valutazione	144
<i>Impatti significativi (o primari)</i>	144
<i>Impatti secondari</i>	145
<i>Impatti di entità trascurabile</i>	145
<i>Impatti nulli (o di entità non apprezzabile)</i>	145
<i>Valutazione ex ante delle componenti ambientali</i>	145
<i>Valutazione del progetto e delle attività di impatto</i>	146
<i>Valutazione ex post delle componenti ambientali</i>	146
Opportunità e aspetti ambientali qualificanti del progetto	147
25 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	148

PARTE C: QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

12 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

Descrizione dello stato attuale, popolazione, assetto socio-economico e salute

Le linee guida più volte citate nel presente studio di impatto ambientale, in linea con quanto stabilito nel 1948 dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), definiscono un concetto di salute che va oltre la definizione di “assenza di malattia”, ossia: *“La salute è uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non la semplice assenza dello stato di malattia o di infermità”*. Lo stato di salute di una popolazione è infatti il risultato delle relazioni che intercorrono con l’ambiente sociale, culturale e fisico in cui la popolazione vive. I fattori che influenzano lo stato di salute di una popolazione sono definiti *determinanti di salute*, e comprendono:

- fattori biologici (età, sesso, etnia, fattori ereditari);
- comportamenti e stili di vita (alimentazione, attività fisica);
- comunità (ambiente fisico e sociale, accesso alle cure sanitarie e ai servizi);
- economia locale (creazione di benessere, mercati);
- attività (lavoro, spostamenti, sport, gioco);
- ambiente costruito (edifici, strade);
- ambiente naturale (atmosfera, ambiente idrico, suolo);
- ecosistema globale (cambiamenti climatici, biodiversità).

Le differenze di determinanti che, per vari motivi, si generano all’interno di una popolazione possono portare all’insorgenza di disuguaglianze sanitarie. Di seguito si riporta quindi, sulla base dei dati disponibili, l’analisi dello stato attuale volto alla caratterizzazione dello stato del territorio in questione, dal punto di vista del benessere e della salute umana, sulla base del quale definire poi l’interazione con l’opera progettata, valutarne gli eventuali impatti ed eventuali azioni di mitigazione. L’analisi dello scenario di base è stata elaborata sui seguenti parametri:

- a) *l’identificazione degli individui appartenenti a categorie sensibili o a rischio (bambini, anziani, individui affetti da patologie varie) eventualmente presenti all’interno della popolazione potenzialmente coinvolta dagli impatti dell’intervento proposto.*

A tal fine si riporta uno schema della popolazione residente nel territorio. I dati derivati possono essere così di seguito riassunti:

Popolazione	
<i>Totale residenti (2021-dato provvisorio)</i>	2.503
<i>Nuclei familiari (2020)</i>	1.125
<i>Totale maschi (2021)</i>	1.224
<i>Totale femmine (2021)</i>	1.279

Di seguito la distribuzione della popolazione tratta dal sito internet di www.tuttitalia.it.

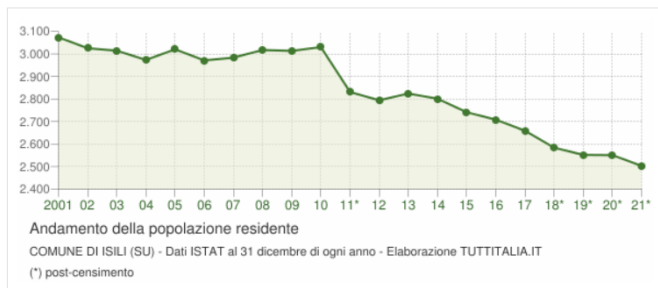


Figura 1: andamento della popolazione residente

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Età	Celibi /Nubili	Coniugati /e	Vedovi /e	Divorziati /e	Maschi	Femmine	Totale	
								%
0-4	60	0	0	0	30 50,0%	30 50,0%	60	2,4%
5-9	78	0	0	0	37 47,4%	41 52,6%	78	3,1%
10-14	101	0	0	0	50 49,5%	51 50,5%	101	4,0%
15-19	78	0	0	0	37 47,4%	41 52,6%	78	3,1%
20-24	99	1	0	0	48 48,0%	52 52,0%	100	4,0%
25-29	105	7	0	0	56 50,0%	56 50,0%	112	4,5%
30-34	103	19	0	0	69 56,6%	53 43,4%	122	4,9%
35-39	86	45	0	1	68 51,5%	64 48,5%	132	5,3%
40-44	60	67	2	6	59 43,7%	76 56,3%	135	5,4%
45-49	88	98	2	3	101 52,9%	90 47,1%	191	7,6%
50-54	52	140	2	4	100 50,5%	98 49,5%	198	7,9%
55-59	45	142	6	12	108 52,7%	97 47,3%	205	8,2%
60-64	25	164	16	5	101 48,1%	109 51,9%	210	8,4%
65-69	27	146	20	8	101 50,2%	100 49,8%	201	8,0%
70-74	20	151	20	3	97 50,0%	97 50,0%	194	7,8%
75-79	26	82	31	1	56 40,0%	84 60,0%	140	5,6%
80-84	22	57	38	0	58 49,6%	59 50,4%	117	4,7%
85-89	14	24	43	2	32 38,6%	51 61,4%	83	3,3%
90-94	4	10	21	0	13 37,1%	22 62,9%	35	1,4%
95-99	1	0	9	0	2 20,0%	8 80,0%	10	0,4%
100+	0	0	1	0	1 100,0%	0 0,0%	1	0,0%

Totale	1.094	1.153	211	45	1.224 48,9%	1.279 51,1%	2.503	100,0%
--------	-------	-------	-----	----	----------------	----------------	-------	--------

Figura 2: distribuzione popolazione per età

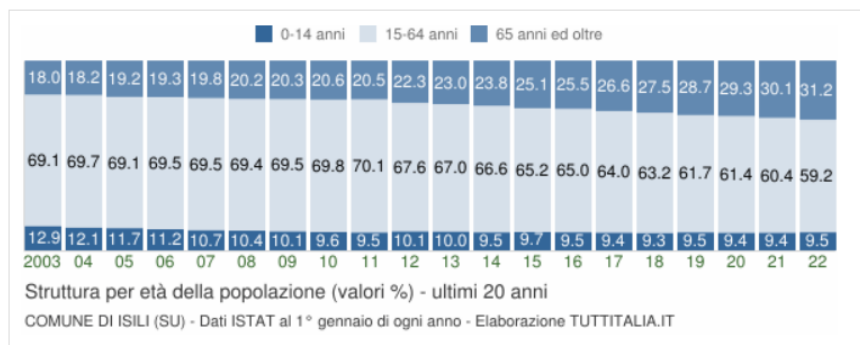


Figura 3: struttura per età della popolazione

Anno 1° gennaio	0-14 anni	15-64 anni	65+ anni	Totale residenti	Età media
2002	406	2.121	546	3.073	41,5
2003	391	2.090	544	3.025	42,1
2004	365	2.100	549	3.014	42,6
2005	349	2.053	571	2.973	43,2
2006	338	2.100	582	3.020	43,6
2007	319	2.064	588	2.971	43,9
2008	310	2.069	604	2.983	44,3
2009	305	2.098	614	3.017	44,6
2010	290	2.102	621	3.013	44,9
2011	287	2.123	620	3.030	45,1
2012	286	1.913	632	2.831	46,0
2013	280	1.872	642	2.794	46,4
2014	269	1.882	673	2.824	47,1
2015	271	1.826	704	2.801	47,6
2016	262	1.781	698	2.741	47,8
2017	255	1.732	721	2.708	48,4
2018	247	1.681	731	2.659	49,0
2019*	246	1.595	743	2.584	49,6
2020*	239	1.566	747	2.552	50,0
2021*	240	1.542	769	2.551	50,3
2022*	239	1.483	781	2.503	50,9

(*) popolazione post-censimento

Figura 4: struttura per età

Classi di età (anni)	Numero				Anno di riferimento
	< 10	10 - 13	14 - 18	19 - 70	> 70
Totale individui	138	81	84	1.620	580

Figura 5: popolazione per classi di età al 2021

Dall’analisi di cui sopra emerge che circa il 5.5% della popolazione è costituita da bambini al di sotto dei 10 anni e IL 23.17% è al di sopra dei 70 anni. Tale popolazione potrebbe essere considerata maggiormente sensibile ai fini della definizione degli impatti.

Rispetto al censimento del 2011 si è avuta una variazione percentuale negativa dell’11,9% in quanto la popolazione si è ridotta in dieci anni di 339 unità.

Con riferimento all’evoluzione demografica dai grafici si evince che la popolazione è rimasta più o meno stabile sino al 2010 per poi diminuire da tale anno sino ai nostri giorni con un decremento costante.

Anche Isili, analogamente ai diversi comuni sardi e del territorio interno, continua ad "invecchiare", in quanto diminuiscono le nascite e aumenta il numero dei morti per effetto dell'aumento del numero degli anziani. Di seguito il dato del 2021 tratto da Urbistat e il trend per l’ultimo quinquennio:

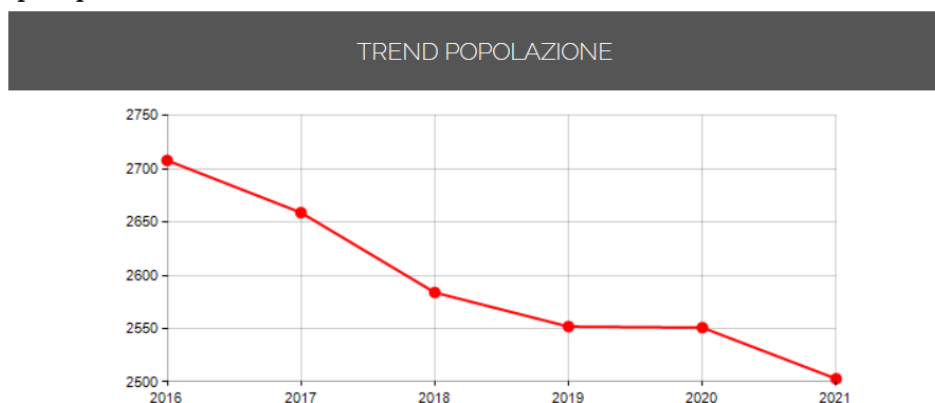


Figura 6: trend della popolazione nell'ultimo quinquennio

BILANCIO DEMOGRAFICO (ANNO 2021)	TREND POPOLAZIONE		
Popolazione al 1 gen. 2.551 Nati 16 Morti 31 Saldo Naturale^[1] -15 Iscritti 30 Cancellati 63 Saldo Migratorio^[2] -33 Saldo Totale^[3] -48 Popolazione al 31° dic. 2.503	Anno	Popolazione (N.)	Variazione % su anno prec.
	2016	2.708	-
	2017	2.659	-1,81
	2018	2.584	-2,82
	2019	2.552	-1,24
	2020	2.551	-0,04
	2021	2.503	-1,88
	Variazione % Media Annua (2016/2021): -1,56		
	Variazione % Media Annua (2018/2021): -1,06		

Particolarmente interessante è l'indice di struttura della popolazione attiva che rappresenta il grado di invecchiamento della popolazione in età lavorativa. È il rapporto percentuale tra la parte di popolazione in età lavorativa più anziana (40-64 anni) e quella più giovane (15-39 anni). Anche l'indice di ricambio ha particolare interesse perché rappresenta il rapporto percentuale tra la fascia di popolazione che sta per andare in pensione (60-64 anni) e quella che sta per entrare nel mondo del lavoro (15-19 anni). La popolazione attiva è tanto più giovane quanto più l'indicatore è minore di 100. A Isili nel 2022 l'indice di ricambio è 269,2 e significa che la popolazione in età lavorativa è molto anziana.

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva	Indice di struttura della popolazione attiva	Indice di carico di figli per donna feconda	Indice di natalità (x 1.000 ab.)	Indice di mortalità (x 1.000 ab.)
	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1 gen-31 dic	1 gen-31 dic
2002	134,5	44,9	87,5	89,7	0,0	5,9	9,5
2003	139,1	44,7	94,3	95,1	0,0	5,3	10,9
2004	150,4	43,5	96,1	94,6	0,0	8,0	9,4
2005	163,6	44,8	100,0	100,9	0,0	3,7	9,7
2006	172,2	43,8	103,6	102,3	0,0	7,0	11,4
2007	184,3	43,9	103,7	102,6	0,0	7,1	6,0
2008	194,8	44,2	104,8	106,1	0,0	8,3	7,0
2009	201,3	43,8	126,7	107,5	0,0	7,0	12,9
2010	214,1	43,3	131,2	108,3	0,0	6,3	12,9
2011	216,0	42,7	144,1	108,5	0,0	5,5	11,3
2012	221,0	48,0	163,7	123,5	0,0	5,0	10,3
2013	229,3	49,3	173,7	128,0	0,0	4,3	9,6
2014	250,2	50,1	173,9	135,5	0,0	5,7	12,4
2015	259,8	53,4	192,2	138,4	0,0	5,8	12,6
2016	266,4	53,9	200,0	143,3	0,0	5,9	7,7
2017	282,7	56,4	193,1	147,8	0,0	4,5	12,3
2018	296,0	58,2	214,3	155,5	0,0	4,2	9,5
2019	302,0	62,0	231,8	161,0	0,0	3,1	14,4
2020	312,6	63,0	218,3	162,8	0,0	3,5	16,5
2021	320,4	65,4	234,5	163,6	0,0	6,3	12,3
2022	326,8	68,8	269,2	172,6	0,0	-	-

Figura 7:Indici della popolazione a Isili (Fonte Tuttitalia)

E' quindi evidente che anche Isili risente di un invecchiamento e spopolamento. Le cause dello spopolamento risiedono, principalmente, nell'impossibilità per i residenti di garantirsi, tramite le attività tradizionali legate al settore agricolo e pastorale o al terziario, redditi sufficienti e, spesso, dallo scarso richiamo che le attività tradizionali esercitano sui giovani. Gli elementi a disposizione confermano le tendenze evidenziate dagli studi demografici a livello nazionale: il territorio smarrisce la popolazione perché le fasce più giovani della popolazione si spostano verso i luoghi dove maggiori sono le opportunità lavorative. Non è un caso che in Sardegna oltre due terzi della popolazione sia concentrata nell'area metropolitana di Cagliari, nel polo urbano complesso di Sassari e nelle zone costiere. Ad abbandonare le zone interne e a spostarsi verso le aree con reddito più alto è principalmente la fascia della popolazione che va dai 20 a 40 anni.

L'abbandono del territorio incide negativamente sull'economia locale, storicamente già molto fragile, che tende, anche con l'attuale crisi economica, ad indebolirsi progressivamente.

Nell'area prossima alla miniera non sono presenti residenze in agro e non si rilevano nuclei rurali che possano essere influenzati dalle opere previste.

La popolazione maggiormente sensibile non è tuttavia influenzata dall'intervento in oggetto la cui attuazione dista comunque alcuni chilometri dal centro urbano ed è posta all'interno di un comparto industriale nel quale sono però operative poche realtà.

Viceversa, le opere di compensazione ambientale previste in progetto avranno invece una ripercussione e incidenza positiva verso tutte le fasce di età e specialmente verso quelle più sensibili dei bambini e degli anziani che potranno invece godere di nuovi spazi adeguati e fruibili dalla popolazione. L'obiettivo da perseguire è il miglioramento della qualità della vita che passa anche attraverso attività di tipo ricreativo (ad esempio passeggiate all'aperto) e di svago che divengono inoltre possibilità di aggregazione in settori del paese differenti da quelli normalmente frequentati allo stato attuale. L'opera di piantumazione e gestione del verde da attuare nell'abitato di Isili, quale compensazione ambientale, sarà infatti funzionale proprio alla realizzazione di ulteriori spazi utili, distensivi, per ogni fascia di età.

b) la valutazione degli aspetti socio-economici.

I dati disponibili per la valutazione degli aspetti socio-economici del territorio di Isili sono estremamente limitati. Di seguito un'analisi di scala vasta.

Sino a pochi anni fa lo sviluppo zootecnico del territorio di Isili era condizionato proprio dalla presenza di un allevamento suino di grandi dimensioni, con sistemi di avanguardia e impianto di produzione di biogas, della Suinicola Centrosardegna che aveva sede proprio nel settore Est della Zona Industriale. All'interno poi della zona industriale sino a pochi anni fa, in un'area di 325 ettari, in buona parte urbanizzata, operavano anche ulteriori attività nel settore industriale (produzione di mobili per ufficio, fabbricati pesanti per edilizia, manufatti in calcestruzzo etc.) che davano occupazione a circa 200 operai provenienti da tutto il territorio.

Allo stato attuale permane la piattaforma per la gestione dei rifiuti, la ditta produttrice del calcestruzzo e dei manufatti prefabbricati in calcestruzzo, alcune ditte raccoglitrice del sughero. Per il resto si rileva che il territorio della Zona Industriale è occupato da campi fotovoltaici.

Nel comune di ISILI sono presenti 280 aziende di cui 14 società di capitali, il fatturato complessivo di queste imprese è pari a 5.428.015 €. Un dato in crescita se rapportato al 2013 dove operavano 30 imprese nel settore dell'industria (63 addetti), 164 imprese nel settore dei servizi (291 addetti) per un totale di 194 imprese e 353 addetti.

Gran parte delle aziende operano anche attualmente nel settore terziario e nel settore agricolo. L'orticoltura è infatti un settore che a Isili vanta una forte operatività.

Per ciò che concerne le caratteristiche del tessuto economico, proprio con riferimento al mercato del lavoro e al tasso di disoccupazione, proprio di recente il sole 24 ore ha pubblicato la mappa con il tasso di disoccupazione misurato sui base comunale prima dell'avvento della pandemia del Febbraio 2020.

Il dato risale al 2019, a prima cioè che il lockdown arrivasse a spazzare via oltre mezzo milione di posti di lavoro. Ma è un dato ufficiale. I dati derivano direttamente dall'Istat che appunto con le informazioni rese disponibili ha permesso di realizzare la mappa citata.

La scelta è stata quella di raffrontare la situazione in ogni singolo comune con quella nazionale, che nel 2019 ha visto un tasso di disoccupazione pari al **13,12%**. Ora, sulla mappa i comuni colorati di azzurro sono quelli che hanno un valore inferiore alla media nazionale, quelli in arancione ne presentano invece uno maggiore.

Nel caso del Comune di Isili il tasso di disoccupazione su base annuale è pari al 18.27% quindi maggiore della media nazionale. Tale dato è comunque comune a tantissimi comuni del Sud Sardegna come si può osservare anche nel quadro generale riportato nella figura che segue.

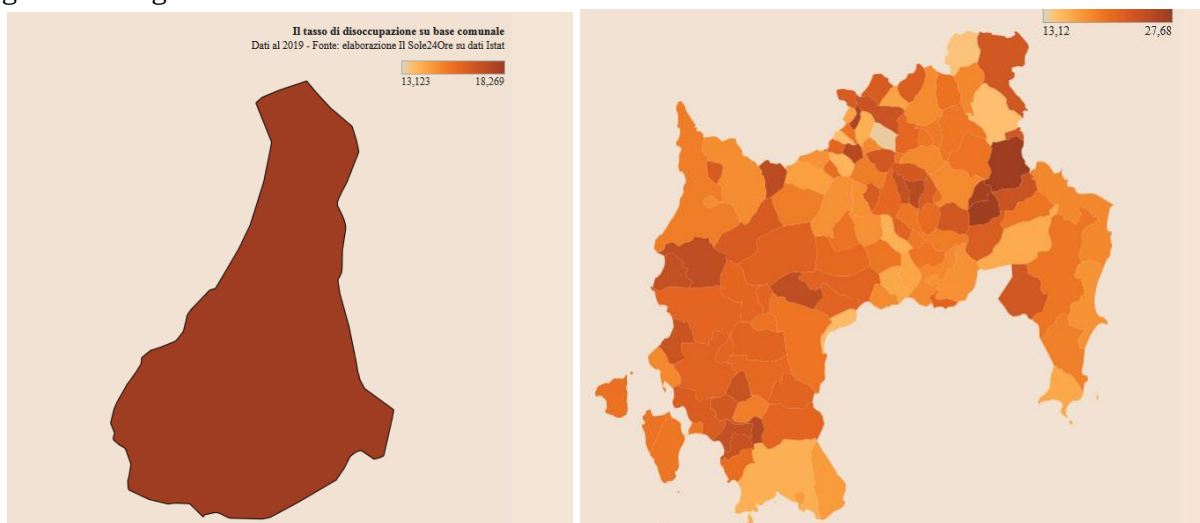


Figura 8: tasso di disoccupazione (fonte Sole24Ore)

In realtà alcuni dati reperiti in rete frutto dell'elaborazione Ufficio statistiche e monitoraggio su dati SIL Sardegna riportano che nel 2016 Isili contava un numero di disoccupati ed inoccupati

Pari a 726 unità ossia quasi il 30% della popolazione residente mentre nel medesimo periodo il tasso di disoccupazione era pari al 14.3%.

Il tasso di occupazione nel 2016 era pari al 57.7%

E' evidente che l'attività prevista non può che incrementare la diminuzione del tasso indicato favorendo un rilancio economico non solo con l'attività appunto gestita da imprese locali ma in particolare anche con l'indotto connesso alle lavorazioni e ai trasporti.

Un indicatore dell'andamento dell'economia locale può essere ricercato nel **reddito pro capite** che può essere definito come la quantità di prodotto interno lordo ipoteticamente posseduta, in un certo periodo di tempo, da un gruppo di persone. Il reddito procapite è spesso usato per misurare il grado di benessere della popolazione di un paese, di una regione, di una provincia o di una comune. Da sottolineare, comunque, che questo indice non sempre rappresenta in maniera corretta il benessere di un paese, soprattutto quando si confrontano realtà economicamente e culturalmente molto diversi.

Nel caso di Isili nel 2014 il reddito era pari a 15.559.35 euro, ossia la media più elevata nel circondario del territorio del Sarcidano – Barbagia di Seulo.

Isili si distingue per una grande vocazione agricola di tipo orticolo oltre che comunque un importante patrimonio pastorale che sorregge assieme all'agricoltura l'intera economia.

Nell'economia del territorio prevale quindi la filiera orticola con prodotti di nicchia tardivi destinati ai mercati Cagliariitani e dell'Oristanese ma anche la dimensione agro-pastorale, dalla produzione ovina (orientata anche alla trasformazione del latte, del formaggio e della carne) all'allevamento caprino e suino.

Nell'agricoltura da un punto di vista organizzativo, le aziende agricole operanti nell'ambito della rete sono in netta prevalenza di piccola dimensione e a stretta conduzione familiare. Dopo anni di abbandono dell'attività o comunque di una riduzione della medesima, negli ultimi anni si è riscontrato, anche grazie a provvedimenti di legge favorevole, un ritorno alle terre, soprattutto da parte delle giovani generazioni. Occorre anche sottolineare che alcune piccole realtà produttive incontrano serie difficoltà nell'individuare e raggiungere mercati di sbocco adeguati per le proprie merci, nonostante l'alta qualità del prodotto.

Anche l'artigianato locale con la lavorazione del rame, del legno, dei tessuti rappresenta un settore che è connesso anche alla valorizzazione turistica del territorio. In tale comparto si inseriscono anche gli aspetti ambientali connessi alla presenza del Lago di san Sebastiano dove a livello sportivo possono svilupparsi le attività a contatto con la natura quali la pesca, canoa, canottaggio, dragon boat oltre che le arrampicate nelle vicine "falesie".

Pur tuttavia è evidente che l'economia risente di debolezze strutturali comuni anche ad altri centri limitrofi a causa dell'eccessiva frammentazione aziendale, allo scarso associazionismo tra produttori.

Per ciò che concerne l'istruzione, comunemente ad altri settori interni del Sud Sardegna nel caso di Isili si ha una continua diminuzione della popolazione studentesca di ogni ordine e grado come diretta conseguenza del calo delle nascite nel territorio. Isili ha infatti un polo scolastico costituito da scuole primarie, scuole secondarie di primo grado e di secondo grado (Liceo Scientifico, istituto Tecnico, scuole professionali) nel quale si riversano gli studenti del circondario. E' inoltre presente un centro territoriale permanente, per l'alfabetizzazione in età adulta in un contesto multietnico e multiculturale.

Il Comune di Isili rappresenta, ad ogni modo, il punto di riferimento del territorio per tutti i più importanti servizi alla cittadinanza, sia pubblici che di pubblica utilità.

Venendo alla descrizione dei trasporti si osserva che il comune di Isili non ha un Piano sulla Mobilità e/o che regoli i trasporti e la mobilità. I servizi di trasporto pubblico sono garantiti con i mezzi dell'azienda di trasporti regionali ARST, sia con autobus che con servizi ferroviari. Si rilevano grossi disagi per i collegamenti brevi all'interno dell'ambito del Sarcidano – Barbagia di Seulo, con tempi di percorrenza di oltre un'ora per raggiungere Isili dai Comuni più distanti. Il collegamento con la rete della Strada Statale 131 è normalmente raggiungibile in circa 45 minuti.

Le attività continue e stabili, come quella proposta, contribuiscono a smorzare l'oscillazione nell'occupazione, mantenendo viva l'economia durante tutto l'anno all'interno del territorio di Isili e contribuisce a potenziare il sistema produttivo e commerciale del Sarcidano – Barbagia di Seulo.

c) il reperimento e l'analisi di dati su morbidità e mortalità relativi alla popolazione.

Non si hanno particolari dati e gli stessi sono comunque influenzati in particolare dai recenti casi verificatisi con la pandemia. Occorre però, nella media, riferirsi ad alcune pubblicazioni del settore come ad esempio "la mortalità in Sardegna nel periodo 2012-2017 (rapporto del febbraio 2021 dell'ISDE).

Di seguito alcuni dati di riferimento per lo stato attuale senza considerare i dati relativi alla pandemia.

Tabella S1. Comuni sardi – MORTALITA' GENERALE: decessi osservati (Oss.), attesi (Att.) e Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) con Intervalli di Confidenza al 90% (IC90%) per genere. Periodo 2012-2017, Riferimento regionale.													
Sesso		MASCHI				FEMMINE				TOTALE			
Comune	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	
Isili	80	81.8	67.3	98.5	99	107.9	90.7	127.6	179	94.4	83.1	106.9	

Tabella S2. Comuni sardi – DECESSI PER MALATTIE DEL **SISTEMA CIRCOLATORIO**: decessi osservati (Oss.), attesi (Att.) e Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) con Intervalli di Confidenza al 90% (IC90%) per genere. Periodo 2012-2017, Riferimento regionale.

Sesso		MASCHI				FEMMINE				TOTALE			
Comune	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	
Isili	20	68,9	45,7	100,1	28	87,7	62,3	120,2	48	78,7	61,0	100,1	

Tabella S3. Comuni sardi – DECESSI PER TUMORI: decessi osservati (Oss.), attesi (Att.) e SMR (IC90%). Periodo 2012-2017, maschi (M), femmine (F) e totale (T). Riferimento regionale.

Sesso		MASCHI				FEMMINE				TOTALE			
Comune	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	
Isili	32	93.4	68.0	125.45	24	104.6	72.1	147.0	56	97.9	77.4	122.3	

Tabella S4. Comuni sardi – DECESSI PER MALATTIE DEL **SISTEMA RESPIRATORIO**: decessi osservati (Oss.), attesi (Att.) e SMR (IC90%). Periodo 2012-2017, maschi (M), femmine (F) e totale (T). Riferimento regionale.

Sesso												
MASCHI					FEMMINE				TOTALE			
Comune	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore	Oss.	SMR	IC90% Inferiore	IC90% Superiore
Isili	8	102,6	51,0	185,1	7	121,6	57,1	228,4	15	110,7	68,2	170,4

Quanto sopra permette di asserire che i valori sono in genere medi se raffrontati agli indici dei comuni con popolazione inferiore ai 10.000 abitanti.

L'analisi evidenzia eccessi di mortalità generale e per cause specifiche quali i tumori ed in particolare valori medio elevati di mortalità per malattie del sistema respiratorio.

I valori non sono comunque correlabili con le situazioni più evidenti delle aree urbane o di quelle minerarie storiche della Sardegna o ancora delle aree industriali (Portoscuso, Sarroch, San Gavino Monreale, Porto Torres etc.) o ancora delle aree militari dove si sono verificati eccessi significativi di morti e ricoveri ospedalieri per linfoma.

L'area di Isili non risente comunque di eventuali effetti inquinanti da attività industriali infatti nel comune non sono presenti aree industriali con industrie aventi particolari gradi di pericolosità in relazione alle emissioni nonché non sono presenti industrie inserite nell'inventario degli stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose.

- d) l'individuazione degli effetti dovuti al cambiamento climatico, eventualmente già in corso nell'area interessata dall'intervento proposto, e gli effetti derivanti da possibili impatti sulla biodiversità che ne alterino lo stato naturale (introduzione e diffusione di specie aliene nocive e tossiche per la salute), che siano direttamente e/o indirettamente collegati con il benessere, la salute umana e l'incolumità della popolazione presente.

Con riferimento a quanto sopra non si osservano particolari alterazioni dell'ambiente naturale fatta eccezione per la realizzazione dell'invaso artificiale del Lago di San Sebastiano che di fatto ha alterato il microclima ambientale del territorio e le caratteristiche di naturalità del territorio nel quale il medesimo è stato inserito.

I lavori di realizzazione dello sbarramento sono stati avviati nel luglio 1985 e terminati nell'aprile 1991; la diga è stata collaudata il 15 maggio 2008.

La quota di massimo invasore è prevista a 414.55 m. s.l.m, il bacino generato dalla diga ha una superficie dello specchio liquido di circa 1.4 km² mentre il suo volume totale (ai sensi della legge 584 del 1994) è di 14.04 milioni di m³.

Il ruolo ricoperto dai fattori climatici e le condizioni meteorologiche sulle dinamiche evolutive delle popolazioni, sia in epoca moderna che in quella contemporanea, costituisce uno dei temi di ricerca più indagati in ambito demografico. L'attenzione degli studiosi si è sempre rivolta all'analisi degli effetti del riscaldamento globale e dei cambiamenti climatici sulla mortalità. Restano tuttavia ancora non ben esplorate le modalità con le quali il clima può intervenire nel dipanarsi dei meccanismi demografici veri e propri, anche in ragione della difficoltà nel reperire pertinenti e dettagliate fonti informative.

Chiaramente nell'area in argomento non si sono comunque verificate alterazioni sostanziali degli equilibri naturali con attività di deforestazione ma si è avuta solo l'occupazione di un'area che doveva essere destinata all'industria petrolchimica ma che poi è stata di fatto mai completata. La medesima pianificazione anche con la realizzazione di una linea ferroviaria è infatti allo stato attuale una previsione che comunque troverebbe proprio una difficile attuazione.

Nel complesso l'insieme delle costruzioni realizzate ed abbandonate ha alterato caratteristiche di permeabilità e naturalità ma senza che comunque si abbiano avute sostanziali modifiche che abbiano comportato particolari alterazioni del microclima locale.

Anche dal punto di vista morfologico le aree della zona industriale sono scarsamente pendenti e ciò non riduce la capacità di assorbimento e quindi favorisce una riduzione del runoff.

Tale parametro di fatto, nell'area di scavo, può solo migliorare a seguito dell'esecuzione dell'intervento in quanto si avrebbe una ulteriore diminuzione della impermeabilità a seguito della rimozione degli orizzonti argillosi. L'esposizione del versante è tale da avere comunque un flusso di radiazione solare che determina condizioni microclimatiche favorevoli alla rigenerazione della vegetazione naturale.

Descrizione degli impatti e valutazione della compatibilità dell'opera

L'impatto negativo sulla destinazione d'uso del territorio è di medio-bassa entità in quanto le interazioni tra l'attività di miniera e le attività socio-economiche sono lievi. Si evidenzia che comunque, in rapporto alle attività socio-economiche, l'iniziativa consentirà il sostegno delle diverse imprese connesse alle attività in un territorio che è al momento comunque non particolarmente ricco di iniziative.

Le attività continue e stabili, come quella proposta, contribuiscono a smorzare seppur in maniera non particolarmente rilevante, l'oscillazione nell'occupazione, mantenendo viva l'economia durante tutto l'anno.

Non si rilevano ed individuano fonti di disturbo per la salute umana delle popolazioni connesse con le attività di cantiere e di esercizio derivanti dalla possibile generazione/emissione/diffusione di microrganismi patogeni o sostanze chimiche e componenti di natura biologica.

L'emissione minima di inquinanti atmosferici (legati alla presenza di macchine operatrici e nel trasporto) non incide sulle popolazioni del centro urbano data la distanza delle attività, così come si può considerare assente qualsiasi fonte di disturbo legata al rumore e vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti o emissioni odorigene.

Non si rilevano o identificazione rischi eco-tossicologici potenzialmente rilevanti dal punto di vista sanitario (acuti e cronici, a carattere reversibile ed irreversibile) a carico delle popolazioni. Come specificato e come sarà meglio evidenziato anche in relazione alle emissioni durante la fase operative, oltre alle polveri, si avranno emissioni di altri inquinanti in atmosfera dovute alle attività del cantiere; in particolare saranno prodotte le emissioni relative ai prodotti di combustione (NO_x, SO₂, polveri, CO, incombusti) dovuti ai motori dei mezzi impegnati nella miniera. Si evidenzia che le sostanze che normalmente vengono immesse nell'atmosfera subiscono sia effetti di diluizione e di trasporto in misura pressoché illimitata dovuti alle differenze di temperatura, alla direzione e velocità dei venti ed agli ostacoli orografici esistenti, sia azioni di modifica o di trasformazione in conseguenza alla radiazione solare ed alla presenza di umidità atmosferica, di pulviscolo o di altre sostanze inquinanti preesistenti.

Non si rilevano particolari recettori sensibili vicini alla miniera (centri urbani, residenze etc.) fatta eccezione per gli stabilimenti che svolgono attività lavorative all'interno del comparto industriale.

Si ritiene che comunque l'impatto sia trascurabile in quanto si tratta di emissioni legate ad un transitorio, molto circoscritte come area di influenza.

Pertanto, non si hanno particolari fenomeni di diffusione, dispersione, trasformazione di inquinanti né tantomeno immissioni di inquinanti in catene alimentari.

L'attività sarà compatibile con la normativa vigente dei livelli di esposizione previsti a livello ambientale e della salute delle popolazioni umane. Non sono stati rilevati nell'area gruppi di individui appartenenti a categorie sensibili/a rischio esposti a pericoli legati alle attività previste. L'attività avrà dei livelli di qualità e sicurezza in fase di esercizio stesse.

In sintesi: nel caso specifico l'attività in essere è isolata da ambiti urbani e ricade ai margini di un ambito a frequentazione specifica di tipo industriale/artigianale, e non produce rischi reali per la popolazione target. Non produce alterazioni negative relativi a stili di vita, influenze sociali, condizioni di vita ed ambientali, non produce interferenze legate al passaggio di mezzi in aree prossime all'area urbana di Isili. Nell'area in argomento non sono comunque presenti ricadute negative e scarichi su aree destinate a colture agricole destinate anche indirettamente al consumo umano e animale.

Non è presente una "popolazione" esposta direttamente alle lavorazioni che si svolgono comunque a notevole distanza dai centri edificati e l'esposizione dei lavoratori che operano nell'area industriale è minima considerata la distanza delle aziende operatrici dall'area di intervento.

Eventuali minimi impatti legati alla emissione di polverosità possono interessare la viabilità e la campagna circostante o l'ambiente idrico superficiale presente nelle immediate vicinanze ma si ritiene che tale situazione non produca fattori di rischio per sostanze, miscele o

sviluppo di patologie associate a fattori di rischio. Si osserva che il progetto non prevede emissioni / scarichi o alterazioni nelle matrici ambientali di rilievo e eventuali trascurabili impatti sono legati al periodo transitorio.

Elementi qualificanti del progetto e sistemi di riduzione degli impatti

La normativa pone fra le tematiche di centrale importanza quello della salute pubblica e affronta il tema della protezione della salute umana utilizzando un approccio anche di tipo preventivo. In questo senso, il principio di precauzione rappresenta un importante riferimento, se considerato come una scelta cautelativa da utilizzare nell'ambito di un'analisi dei rischi, includendo i momenti legati alla fase di valutazione dei rischi, alla loro gestione e comunicazione. Tale principio si pone fra i principali riferimenti individuati nell'ambito della valutazione di impatto sulla salute (VIS), messo a punto dal Ministero della Salute.

L'attività in essere è stata progettata in maniera trasparente e per l'attuazione della stessa sono state previste procedure e metodi che non producono effetti negativi sulla salute della popolazione. Qualsiasi azione ed emissione è comunque sempre valutata e controllata (monitoraggio) al fine di eliminare potenziali impatti negativi e quindi legata ad interventi per la loro prevenzione e riduzione. Non si verificano interazioni, se non positive, sul reddito e occupazione.

Il controllo di eventuali effetti è assicurato dalle previste attività di monitoraggio sebbene sia stato evidenziato che l'attuazione dell'opera non produce potenziali relazioni con effetti sanitari.

13 BIODIVERSITÀ, VEGETAZIONE E FLORA, ECOSISTEMI ED AREE NATURALI

Il presente capitolo descrive i principali sistemi naturali che possono subire impatti derivanti dall'esercizio dell'attività.

Esso si articola nei seguenti paragrafi:

- quadro normativo di riferimento;
- ambiente naturale, flora e fauna nel territorio oggetto di intervento;
- interazioni tra opera in progetto e aree naturali protette;

L'obiettivo di fondo, in accordo con quanto previsto nelle linee guida (norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale - *Linee Guida SNPA n. 28/2020* – ISBN: 978-88-448-0995-9) è quello di verificare stato, distribuzione e livelli di qualità delle componenti vegetazione, flora e fauna, determinandone gli aspetti di vulnerabilità e le capacità di resilienza rispetto alle trasformazioni indotte dalle opere in progetto. Occorre quindi determinare i seguenti obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello stato e dei livelli di qualità presenti nella situazione *ante operam*;
- l'individuazione, la descrizione e la quantificazione degli effetti potenzialmente indotti dalle azioni e dalle caratteristiche del progetto, valutati nella dimensione temporale (breve o lungo termine) spaziale (diretti o indiretti);
- il dimensionamento e la scelta delle misure di mitigazione e compensazione;
- la definizione dei criteri e delle modalità per il monitoraggio ambientale.

Dal punto della caratterizzazione della componente, la scelta del dimensionamento e dell'estensione dell'area di indagine costituisce un passaggio non definibile a priori mediante standard di carattere normativo o quantitativo. In relazione alle specificità della componente, essa rappresenta il risultato di una preliminare valutazione integrata di una serie di fattori riferibili sia al *contesto territoriale* che alla *potenziale incidenza* della tipologia di opere e delle azioni di progetto.

Gli opportuni indicatori possono essere così definiti:

- sottrazione di vegetazione
- frammentazione della continuità ecologica
- eventuale alterazione delle fitocenosi in relazione alla dispersione e al trasporto di polveri e agenti inquinanti
- eventuali modificazioni del regime delle acque
- modifiche della rete idrografica
- potenziali alterazioni del suolo
- disturbi derivanti da fonti di inquinamento luminoso e acustico
- effetto "barriera" e interruzione di corridoi ecologici

Quadro normativo di riferimento

Le principali normative che riguardano la tutela delle aree naturali protette sono le seguenti:

- Direttiva del Consiglio (79/409/CEE) del 2 aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici;
- 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;
- L. 6 dicembre 1991, n. 394 "*Legge quadro sulle aree protette*";
- Del. (Ambiente) 2 dicembre 1996 "*Classificazione delle aree protette*";

- 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";
- T.U. 42/04 (ex D. Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490) "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n.352";
- D.M. (Ambiente) 3 aprile 2000 "Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE";
- D.M. 3 settembre 2002, n. 204 "Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000";
- D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120 "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 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";
- Provvedimento (Conferenza Stato-Regioni) 24 luglio 2003 "Approvazione del V aggiornamento dell'elenco ufficiale delle aree naturali protette, ai sensi del combinato disposto dell'art. 3, comma 4, lettera c), della legge 6 dicembre 1991, n. 394, e dell'art. 7, comma 1, del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281";
- D.M. (Ambiente) 25 marzo 2005 "Elenco dei proposti siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea, ai sensi della direttiva n. 92/43/CEE";
- D.M. (Ambiente) 25 marzo 2005 "Elenco delle Zone di Protezione Speciale, ai sensi della direttiva n. 79/409/CEE".
- Decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 17 ottobre 2007, recante «Rete Natura 2000. Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)», pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 258 del 6 novembre 2007, e successive modificazioni;
- Deliberazione della Giunta regionale della Sardegna n. 61/35 del 18 dicembre 2018 recante Rete Natura 2000. Procedura di designazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC). D.P.R. n. 357/1997, art. 3, comma 2, e successive modifiche ed integrazioni. Misure di conservazione ai fini del completamento delle designazioni delle ZSC
- Deliberazione della Giunta regionale della Sardegna n. 8/70 del 19 febbraio 2019 recante Rete Natura 2000. Completamento della designazione dei siti della rete Natura 2000 in Italia. Proposta di nuovi SIC e ZPS marini per la Sardegna e con cui si individuano anche apposite misure di conservazione per il tursiope
- Decisione di esecuzione della Commissione europea del 21 gennaio 2021, che adotta il tredicesimo elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea (UE) 2021/159;

Ambiente naturale, flora e fauna nel territorio in oggetto

Territorio

Nell'area di intervento e in quella prossima al progetto, non si distinguono aree tutelate per specificità relative agli ecosistemi, flora, fauna. Non sono quindi presenti aree SIC, ZSC, ZPS

etc. come si evince anche dalla consultazione del geoportale regionale o dal sito natura2000. Di seguito alcune rappresentazioni delle aree tutelate poste a diversi Km dal sito di intervento.

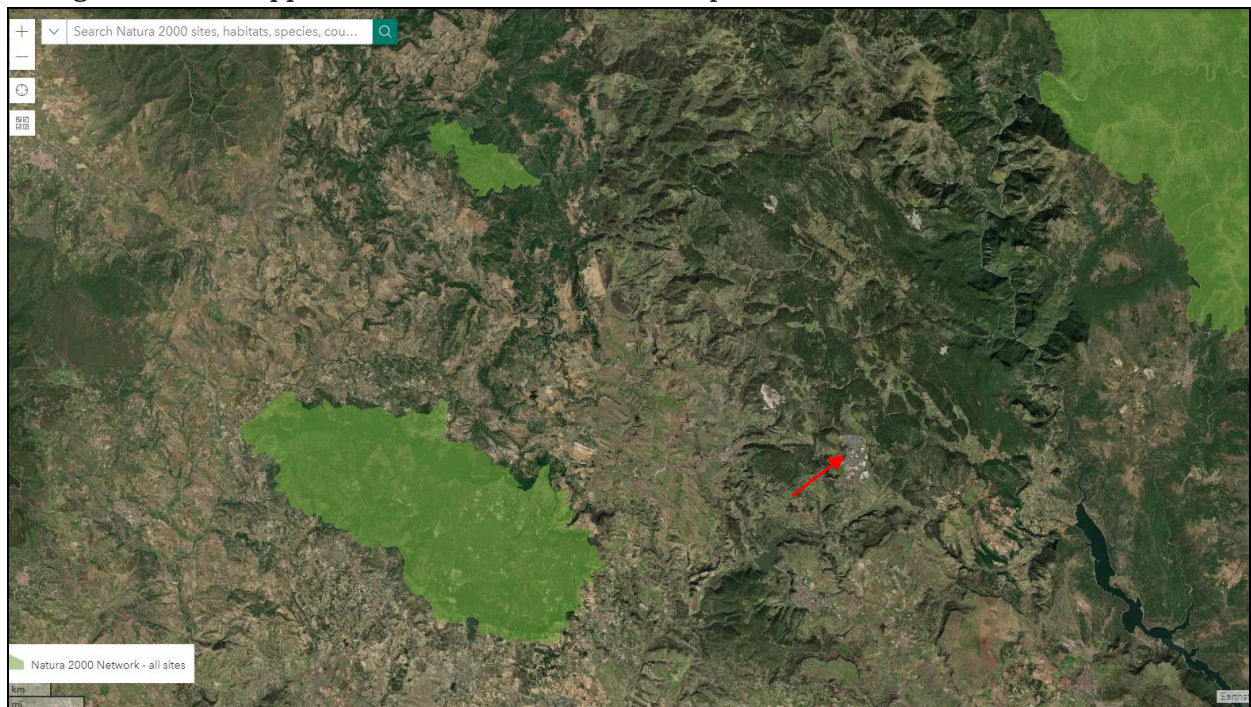


Figura 9: aree rete natura 2000 tutelate dell'area vasta

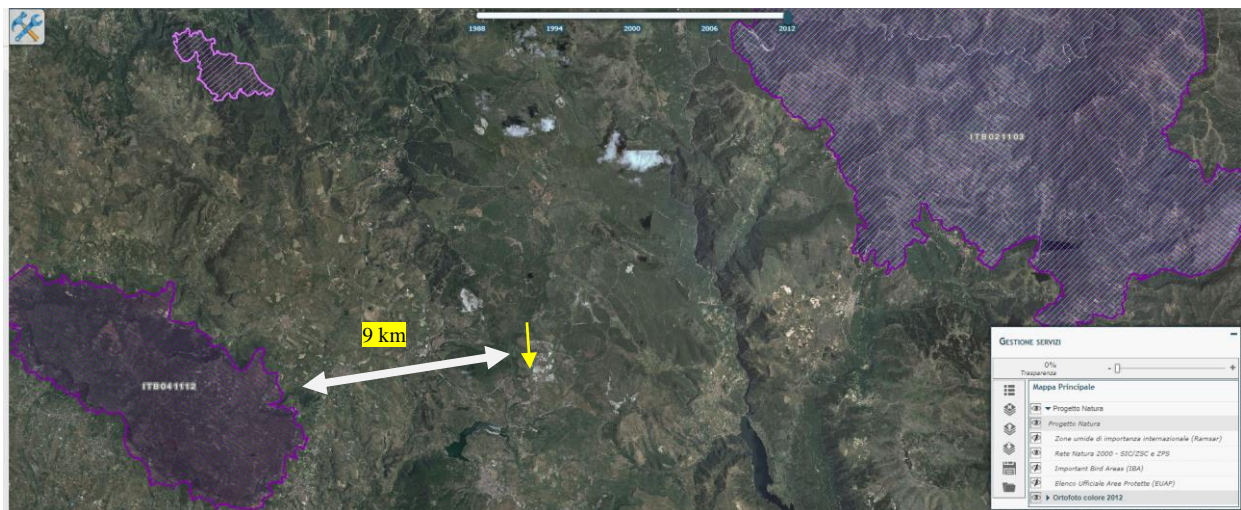


Figura 10: aree rete natura 2000 tutelate dell'area vasta (www.pcn.minambiente.it)

Il sito più vicino localizzato a Ovest del punto di intervento in territorio di Gesturi, denominato "Giara di Gesturi" codice ITB041112, si trova ad una distanza di oltre 9 Km dal sito in oggetto in un comparto ambientale e geologico morfologico nonché floro-faunistico completamente differente da quello in oggetto e comunque senza che possano manifestarsi interazioni tra i due siti.

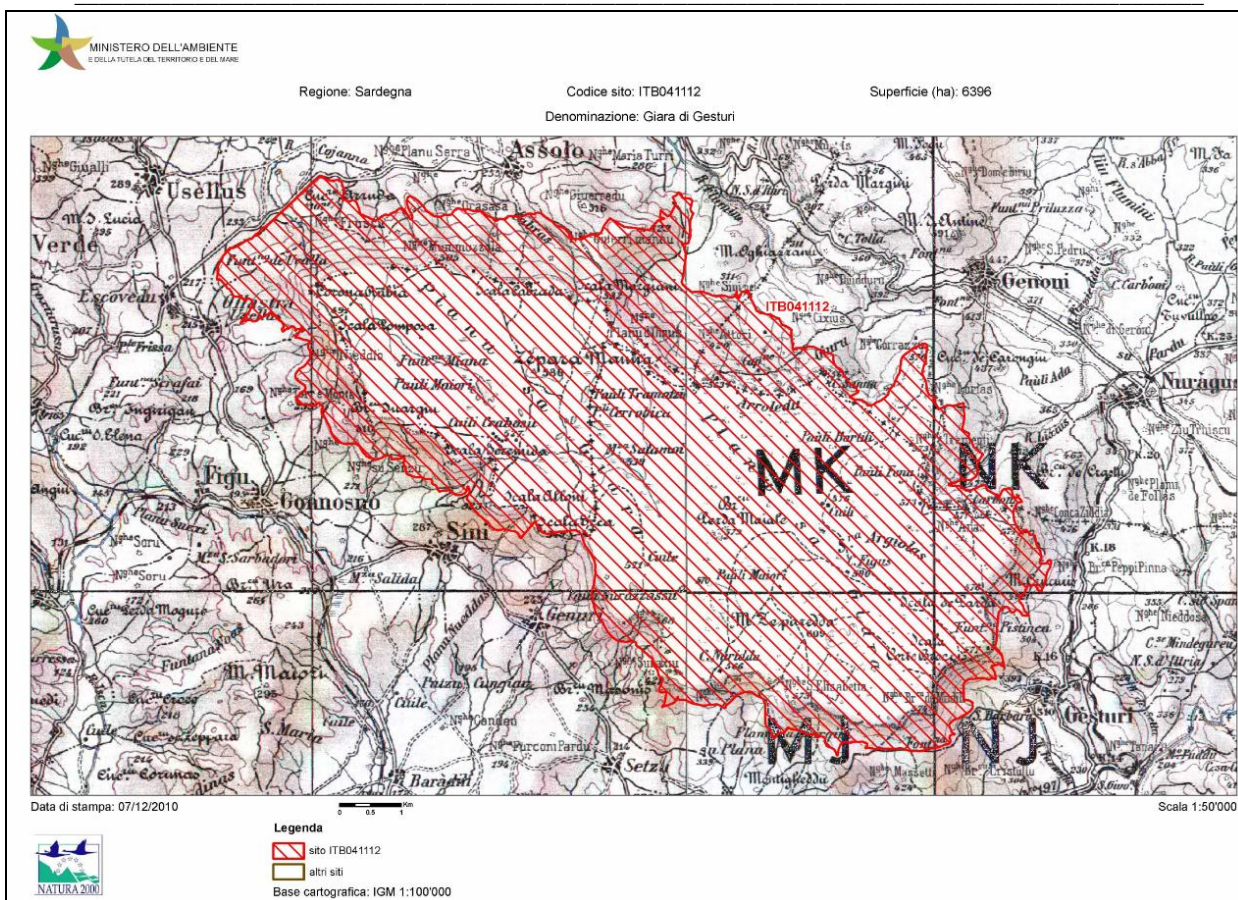


Figura 11: Scheda della ZSC della Giara Di Gesturi

La Giara di Gesturi è un altopiano basaltico di forma tabulare poggianti sopra marne terziarie del Miocene inferiore-medio. La quota media dell'altopiano è di circa 560 m., da cui spiccano i due rilievi dei Monti Zepparedda (608m) e Zeppara Manna (581m), che costituiscono due antichi edifici vulcanici di cui si intravedono ancora i crateri. La particolarità del Sito, ora Zona Speciale di Conservazione (ZSC), è data dalla presenza dei cosiddetti "Paùli", ossia stagni temporanei che si formano nelle depressioni del substrato basaltico. La prerogativa di questi paùli è legata ai ranuncoleti con *Glyceria fluitans* nelle parti profonde, pratelli a *Isoetes* spp. e a *Eryngium corniculatum* e *Crypsis alopecuroides* nelle parti più aride nei periodi estivi. Nelle parti più secche dell'altopiano si rinvengono i percorsi substeppici a *Poa bulbosa*, *Trifolium subterraneum* e *Morisia monanthos*. Da sottolineare anche la presenza di boschi di querce da sughero, roverelle, lecci e olivastri. L'importanza del Sito è data inoltre, oltre che dalla sua particolare morfologia, dalla presenza in esso di una particolare specie faunistica endemica ed esclusiva della Sardegna: il cavallino della Giara, presente allo stato brado e in serio pericolo di estinzione. (Fonte: Rete Natura2000, modificato). Nell'area di intervento non si rilevano situazioni vincolistiche legate alla presenza di foreste, alberi monumentali, grotte e caverne, monumenti naturali istituiti, aree di interesse botanico, aree di interesse faunistico, aree marine protette, parchi nazionali. il sito di realizzazione dell'opera non risulta interessato dalla presenza di alberi monumentali ai sensi della Legge n. 10/2013 e del Decreto 23 ottobre 2014. All'interno delle aree interessate dalla realizzazione delle opere non si riscontra inoltre la presenza di ulteriori esemplari arborei monumentali non istituiti.

L'area essendo da decenni stata destinata ad utilizzo del suolo tipicamente agricolo-zootecnico, nonché industriale vi è stata nel tempo la riduzione delle superfici forestali confinate nelle aree più marginali per morfologia e fertilità dei suoli.

La serie vegetazionale di appartenenza, sebbene non caratteristica dell'area di intervento che si presenta priva di vegetazione, secondo quanto riportato nel Piano Forestale Regionale è data dalla serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio serie n. 21 (*Lonicero implexae-Quercetum virgilianae*). Nel sub-distretto si rinviene solamente la sub-associazione tipica *quercetosum virgilianae*, con cenosi ben espresse principalmente sulle pendici meridionali della Giara di Gesturi e sui tavolati basaltici presenti nei territori di Serri, Nurri e Orroli. In realtà l'analisi evidenzia che anche nelle pendici del tavolato basaltico del Pranu Ollas a Sud Est del punto di intervento, è presente la medesima sub-associazione.

La struttura e la fisionomia dello stadio maturo è data da micro- mesoboschi dominati da latifoglie decidue (*Quercus virgiliana*) e secondariamente da sclerofille, con strato fruticoso a medio ricoprimento e strato erbaceo costituito prevalentemente da emicriptofite scapose o cespitose e geofite bulbose. Rispetto agli altri querceti caducifogli della Sardegna sono differenziali di questa associazione le specie della classe *Quercetea ilicis*, quali *Rosa sempervirens*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Ruscus aculeatus*, *Osyris alba*, *Pistacia lentiscus*, *Lonicera implexa* e *Rhamnus alaternus*.

Dal punto di vista bioclimatico questi querceti si localizzano in ambito Mediterraneo pluvistagionale oceanico, in condizioni termotipiche ed ombrotipiche comprese tra il termomediterraneo superiore-subumido inferiore ed il mesomediterraneo inferiore-subumido superiore. Mostrano un optimum bioclimatico di tipo mesomediterraneo inferiore-subumido superiore. Gli stadi successionali, che localmente sono rinvenibili proprio nei pressi dell'area di intervento sono rappresentati da arbusteti riferibili all'ordine *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* e da formazioni dell'alleanza *Pruno-Rubion* (associazione *Clematido cirrhosae-Crataegetum monogynae*) e prati stabili inquadrabili nell'alleanza del *Thero-Brachypodion ramosi*.

Abbastanza evidente la specie arbustiva dell'area rappresentata proprio localmente da elementi di lentischio.



Figura 13: elementi di lentischio all'interno dell'area di intervento.

Nell'area di intervento di 5,80 ettari si rileva la presenza di lentischio sul lato a Ovest e a Nord del settore di scavo con peri selvatici. Nelle aree adiacenti si sviluppa invece una macchia a Lentisco con locale componente arborea a *Populus nigra* L. subsp. *nigra*, *Quercus*

virgiliana, *Pyrus spinosa* e *Crataegus monogyna*. Tale vegetazione si rinviene specialmente immediatamente a Nord del comparto che comunque non è oggetto di intervento. Le restanti aree come più volte evidenziato sono costituite da aree antropizzate escavate e nel settore posto più a sud da aree a prato pascolo.



Figura 14: Localizzazione elementi vegetazionali di riferimento del comparto di intervento (lentischio)

L'analisi della Lista rossa della Flora Italiana. Endemiti e altre specie minacciate del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Rossi G., et al, 2020- *Pubblicazione realizzata nell'ambito dell'accordo quadro "Per una più organica collaborazione in tema di conservazione della biodiversità", sottoscritto da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Federazione Italiana Parchi e Riserve Naturali*), tra le specie della vegetazione potenziale presente della serie vegetazionale di riferimento sia arboree e arbustive nonchè erbacee, nessuna specie soddisfa i criteri per l'inclusione in nessuna delle categorie di rischio e pertanto non risultano minacciate di estinzione in natura.

Relativamente agli aspetti faunistici, al fine di individuare situazioni particolari di impatto è stata valutata in rapporto alla presenza / assenza certa e/o potenziale di alcune specie di interesse conservazionistico e gestionale tramite la consultazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche Regionale. La Carta Faunistica Regionale, adottata dalla Giunta regionale con la deliberazione n. 42/15 del 4.10.2006, rappresenta lo strumento indispensabile per una corretta gestione conservazione della fauna selvatica (articolo 19, comma 4, L.R. n. 23/1998) oltre che per la predisposizione del calendario venatorio e, più in generale per la programmazione delle attività venatorie.

La Carta delle Vocazioni Faunistiche (CVF) suddivide il territorio regionale in aree faunistiche omogenee. In ciascuna area vengono indicate le specie tipiche presenti, la relativa

vocazione faunistica, gli areali di distribuzione, le consistenze, le dinamiche, le idoneità ambientali, gli impatti attuali e potenziali e le indicazioni gestionali riferite alle singole specie alla luce dei dati acquisiti. La Carta Faunistica Regionale si articola in 4 sottoprogetti:

1. Studio e censimento dei Cormorani e avifauna migratoria nelle zone umide (ultimo aggiornamento 2011);
2. Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio (aggiornato nel 2012);
3. Studio ungulati selvatici: Cervo sardo, Muflone, Daino e Cinghiale (aggiornato nel 2011);
4. Studio fauna stanziale: Pernice sarda, lepre sarda e coniglio selvatico (aggiornato nel 2010).

Oltre a quanto sopra è stata effettuata una verifica della presenza di alcune specie di interesse conservazionistico tramite la consultazione di Atlanti specifici della fauna sarda (anfibi e rettili) e la consultazione della Carta della Natura della Sardegna per verificare la qualità ecologica del settore di intervento.

Dalle Carte delle Vocazioni Faunistiche regionali si è potuta accertare l'assenza delle specie del Muflone (*Ovis orientalis musimon*), Cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus*) e del Daino (*Dama dama*), considerato che comunque non si rilevano nel comparto di intervento habitat idonei. Diverso è il caso del cinghiale dove la Carta che individua il tematismo estendendolo inoltre su base comunale evidenzia la presenza su valori di densità nel complesso medio bassi. Tali informazioni sono inoltre state reperite anche da cacciatori locali intervistati all'uopo. Le compagnie di caccia sono infatti ben organizzate nel settore di Isili e Nurallao e le medesime confermano la presenza del cinghiale specie nelle aree boscate circondariali solitamente verso le aree boschive del tacco del Sarcidano.

Tra le specie di fauna di interesse venatorio si rilevano le Pernici, Lepri.

L'analisi della Carta della Natura della Regione Sardegna evidenzia che l'area in cui sarà attuato l'intervento di scavo ricade all'interno di un ambito ambientale in cui il *Valore Ecologico VE* è ritenuto complessivamente *medio e basso*.

Stima impatti - Interazioni tra opera in progetto e aree naturali protette ed ecosistemi

Il sito nel quale si procederà all'esecuzione delle attività non ricade all'interno del perimetro di alcuna area naturale protetta così come definita in accordo con la normativa vigente. In considerazione delle significative distanze che separano l'opera in progetto dai siti tutelati e i trascurabili impatti in aria e acqua connessi all'operatività non si rilevano potenziali interazioni a danno del patrimonio ambientale tutelato. Infatti:

- le distanze relative, comunque superiori a 9 Km dalle zone tutelate dai SIC;
- l'eventuale polverosità dovuta all'attività non si trasmette a simili distanze e le emissioni non sono comunque inquinanti;
- non esiste alcuna produzione di rifiuti di processo; tutti i materiali che vengono movimentati sono rappresentati da minerali, mentre i suoli saranno accantonati e reimpiegati per le fasi di recupero ambientale;

Per quanto riguarda l'impatto sulla flora si prevede un impatto irrilevante dovuto alla mancanza di elementi vegetazionali particolari. Lo stesso dicasi per la fauna in quanto l'attività può produrre un limitato allontanamento in funzione della rumorosità ma sempre in uno step temporale provvisorio e quindi reversibile. Pur tuttavia si osserva che le operazioni di recupero ambientale che prevedono inoltre la ricostituzione dei suoli per le normali attività agricole, garantirà la reversibilità di qualsiasi processo.

Considerata la limitata presenza di aree naturali e sub naturali all'interno del perimetro della Concessione Mineraria, si può asserire che l'area in questione è posta al di fuori delle ipotesi di connessione ecologica dei diversi comparti.

L'area industriale, la viabilità, la presenza di reti elettriche ed acquedottistiche, hanno influenzato in modo pronunciato e continuano ad influenzare il quadro ambientale.

La funzione del corridoio Ecologico è quella di connettere aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate presenti nel territorio (nodi della rete) con zone intermedie di collegamento che abbiano caratteristiche simili quali specie, habitat, paesaggio (corridoi). Per la sua localizzazione e per la distribuzione degli elementi di interesse naturalistico dell'area vasta, il settore di intervento è infatti al di fuori di qualsiasi corridoio ecologico di connessione tra le aree protette, i biotipi e le aree naturali, i fiumi e le risorgive.

Non si rinvenivano quindi effetti barriera e interruzioni di corridoi ecologici; nell'area in argomento non sono presenti biotipi e habitat caratterizzati da un elevato grado di naturalità; sono mantenute adeguate distanze e forme di tutela rispetto alle zone boschive laterali.

Le dimensioni delle aggregazioni areali per macchie o lineari per filari o siepi sono irrilevanti e dimensionalmente limitate. La disponibilità di risorse alimentari, le condizioni di territorialità e la catena delle predazioni sono comunque esterne al settore in argomento e interessano in prevalenza le aree boschive laterali.

Al fine di limitare al massimo l'impatto dei lavori sugli ecosistemi e sistemi faunistici e floristici posti oltre le aree di intervento sarà comunque necessario eseguire correttamente quanto prevede il progetto di recupero ambientale e in particolare ricostituire lo strato erbaceo così come più volte richiamato, vera cellula di partenza per la ricostituzione degli ecosistemi oltre all'esecuzione delle opere di drenaggio e conservazione delle attuali linee di scorrimento delle acque superficiali e dei relativi ecosistemi.

Elementi qualificanti del progetto e sistemi di riduzione degli impatti

Dall'analisi della componente ambientale emerge che la capacità complessiva ambientale non sia stata raggiunta né superata e che anche a seguito dell'intervento non si manifesteranno impatti residui non mitigabili grazie alla reversibilità delle azioni che saranno intraprese e che sono previste in progetto.

Non si ritiene di adottare particolari interventi di mitigazione se non una serie di azioni normalmente attuabili previste in progetto che si pongono anche come elementi qualificanti ai fini della riduzione degli impatti, quali:

- blocco delle attività dei mezzi nelle giornate ventose
- spegnimento dei mezzi durante le pause
- riduzione della velocità dei mezzi
- trapianto specie vegetali (Quercia)
- ricostituzione dell'orizzonte pedologico ai fini della restituzione

14. SUOLO, USO DEL SUOLO, PATRIMONIO AGRO ALIMENTARE

Descrizione dello stato attuale

Il presente capitolo richiama la tematica ambientale del suolo sotto il profilo pedologico e come risorsa non rinnovabile, uso attuale del territorio e con specifico riferimento al patrimonio agroalimentare. Vengono anche trattati gli aspetti quindi connessi al consumo del suolo. In via generale si osserva che in relazione alla definizione degli impatti sul suolo e del suo uso e sul patrimonio agro - alimentare vi rientrano sia impatti diretti che indiretti. Sono considerati diretti quegli impatti che vengono esercitati direttamente sul terreno, come ad esempio la rimozione del suolo, il peggioramento delle sue caratteristiche qualitative, il consumo del suolo. Sono invece impatti indiretti quelli esercitati tramite vettori come acqua ed atmosfera, come ad esempio il peggioramento della qualità dei suoli per ricaduta di aerosol e polveri. Nell'area di studio, oltre ai primi vanno tenuti in considerazione soprattutto questo secondo tipo di impatti, di cui non è sempre immediata l'individuazione e la caratterizzazione a differenza degli impatti diretti. Le ripercussioni sul suolo possono essere riconducibili a diversi fenomeni alcuni dei quali possono essere così sintetizzabili:

- asportazione o degrado di suolo,
- peggioramento delle caratteristiche qualitative del suolo e dei terreni,
- incremento della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea,
- peggioramento qualitativo della risorsa idrica sotterranea,
- eliminazione di biotopi,
- incremento della capacità erosiva dei corsi d'acqua e del trasporto solido.

Su tali basi è possibile definire comunque anche i principali indicatori che per taluni aspetti sopra riportati sono di carattere dimensionale (ad es. superficie e spessore del suolo asportato). Con riferimento all'ambiente pedologico si evidenzia che nel settore considerato è stato possibile definire le peculiarità tessiturali e strutturali dei pedotipi presenti nell'ambito dell'area in cui si procederà alla realizzazione del progetto. Si osserva che la descrizione dell'ambiente pedologico del settore è derivata sia dalle indicazioni bibliografiche e sia dai rilievi diretti (pozzetti geognostici e sondaggi) oltre che da numerose indagini e studi eseguiti in diversi lavori svolti nella zona industriale di Isili da parte del Coordinatore della VIA. L'ambiente pedologico del territorio deve essere visto in relazione soprattutto alle formazioni geolitologiche presenti, ai loro diversi aspetti morfologici, vegetazionali, ed al loro uso. Pertanto, i suoli, nell'ambito delle aree di intervento, sono stati suddivisi prevalentemente in funzione della roccia madre dalla quale derivano e della relativa morfologia. Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del sottogruppo. E' stata inoltre effettuata un'analisi delle componenti pedologiche anche attraverso l'individuazione delle unità paesaggistico-ambientali. In via del tutto generale si rileva che i suoli risultano fondamentali per le seguenti funzioni:

- assumono un ruolo di grande rilievo nell'accrescimento delle piante e nell'ampliamento della biodiversità;
- hanno una funzione importantissima nella regimazione delle acque superficiali e nell'impinguimento delle falde sotterranee.

E' già stato evidenziato che parte dell'area di intervento è priva di suoli a causa di lavori svolti in passato. Nei tratti in cui i medesimi sono ancora presenti, si osserva che il suolo si presenta generalmente bruno, normalmente profondo (da 30 cm sino al metro di profondità circa) e con limitato scheletro. Il drenaggio è lento e localmente, in occasioni di forti precipitazioni, le aree depresse possono essere interessate da allagamenti per la presenza al di sotto di lenti

rappresentate da litotipi argillosi. La pietrosità (frammenti < 25 cm) può provocare talora lievi interferenze con le lavorazioni. Secondo la Soil Taxonomy dell'U.S.D.A. tali suoli possono essere classificati come Vertic Xerochrepts e Typic Haploxererts, Typic Pelloxererts. In genere il profilo è di tipo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, con una tessitura da franco sabbiosa a franco sabbiosa argillosa in superficie e da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità



Figura 15: suoli intercettati durante le fasi di ricerca (Prof. rinvenuta 30-50 cm)

Per la classificazione del territorio oggetto di intervento ai fini della definizione della classe di capacità d'uso, è stato adottato il primo livello, integrato con informazioni relative al secondo livello di classificazione (classi e sottoclassi di capacità d'uso); sono state quindi identificate le principali limitazioni all'uso agricolo. Le classi di riferimento sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio. Nella figura che segue sono riportate le 8 classi e (poco più avanti) le 4 sottoclassi della *Land Capability* utilizzate (Cremaschi e Rodolfi, 1991, Aru, 1993).

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITÀ ¹
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura, possibile un'ampia scelta delle colture	si
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	si
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	si
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	si
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	no
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	no
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	no
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc. Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti	no

Figura 16: classi di capacità d'uso dei suoli

Il secondo livello della classificazione, come è detto, è la sottoclasse, e raggruppa le unità che hanno lo stesso tipo di limitazione o rischio.

SOTTOCLASSE	LIMITAZIONI	DESCRIZIONE
e	Erosione	Suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione. Sono suoli solitamente localizzati in versanti acclivi e scarsamente protetti dal manto vegetale
w	Eccesso di acqua	Suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è dovuto all'eccesso di acqua. Sono suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, interessati da falde molto superficiali o da esondazioni
s	Limitazioni nella zona di radicamento	Suoli con limitazioni del tipo pietrosità, scarso spessore, bassa capacità di ritenuta idrica, fertilità scarsa e difficile da correggere, salinità e sodicità
c	Limitazioni climatiche	Zone nelle quali il clima è il rischio o la limitazione maggiore. Sono zone soggette a temperature sfavorevoli, grandinate, nebbie persistenti, gelate tardive, etc.

Figura 17: sottoclassi di capacità d'uso

Le valutazioni pedologiche effettuate nell'ambito del presente studio evidenziano che il settore di scavo è privo di vegetazione; vi è una dominanza di forme leggermente convesse con pendenza comunque limitata e inferiore al 10% con prevalenza di aree a prato pascolo o seminativi non irrigui, laddove i suoli non sono stati ancora asportati.

La classe di capacità d'uso assegnata è la II e quindi trattasi di suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione.

Come già precedentemente accennato si può valutare uno spessore medio del suolo (dati provenienti dai pozzetti eseguiti nell'area) pari a 50 cm circa in media.

Pozzetto id	Spessore terra vegetale e/o sterili o riporti superficiali
10	0.50 metri terra vegetale
11	0.80 metri terra vegetale
12	0.70 terra vegetale
13	0.70 metri terra vegetale
14	0.70metri terra vegetale
15	0.30 metri terra vegetale 0.6 metri sterili carbonatici
16	0.5 metri terra vegetale
17	0.70 metri terra vegetale
18	0.70 metri terra vegetale
19	1.0 metri terra vegetale
20	0.70 m terra vegetale
23	0.20 metri Riporti antropici
25	0.5 metri terra vegetale
32	0.10 metri terra vegetale
34	0.60 m (terra vegetale)
35	0.0 m (terra vegetale)

Figura 18:spessore del suolo nelle aree di intervento

Il progetto prevede la totale asportazione dei suoli e il loro accantonamento nelle parti laterali al fine di effettuarne lo stoccaggio per il successivo riutilizzo in fase di restituzione ambientale al termine delle attività. Si stima che la movimentazione del suolo assommi a circa 20.000 mc complessivi sull'area di circa 5,80 ettari anche se di fatto il medesimo si rinviene non il tutto il settore di intervento. Lo stesso sarà reimpiegato per il recupero ambientale del sito

Con riferimento all'ambiente naturale specifico del sito oggetto dell'intervento progettuale, si evidenzia che l'uso reale del suolo identifica sistemi colturali quasi interamente legati all'agricoltura e all'area industriale.

E' presente un settore centrale molto vasto dell'area della concessione che seppur ricadente all'interno dell'area industriale e attualmente non interessato appunto da attività di tipo industriale, ed è caratterizzato dalla presenza di seminativi in aree non irrigue (codice 2111). Ai margini dell'area si rinvencono aree a ricolonizzazione naturale (codice 3241), aree di scavo (codice 133), locali settori di prati artificiali (2112), di aree a pascolo naturale (321), di macchia mediterranea (codice 3231). Chiaramente il settore che predomina è quello identificato dal codice 1211 relativo all'insediamento industriale. Di seguito si riportano le caratteristiche dell'uso del suolo su ortofoto dell'anno 2016.

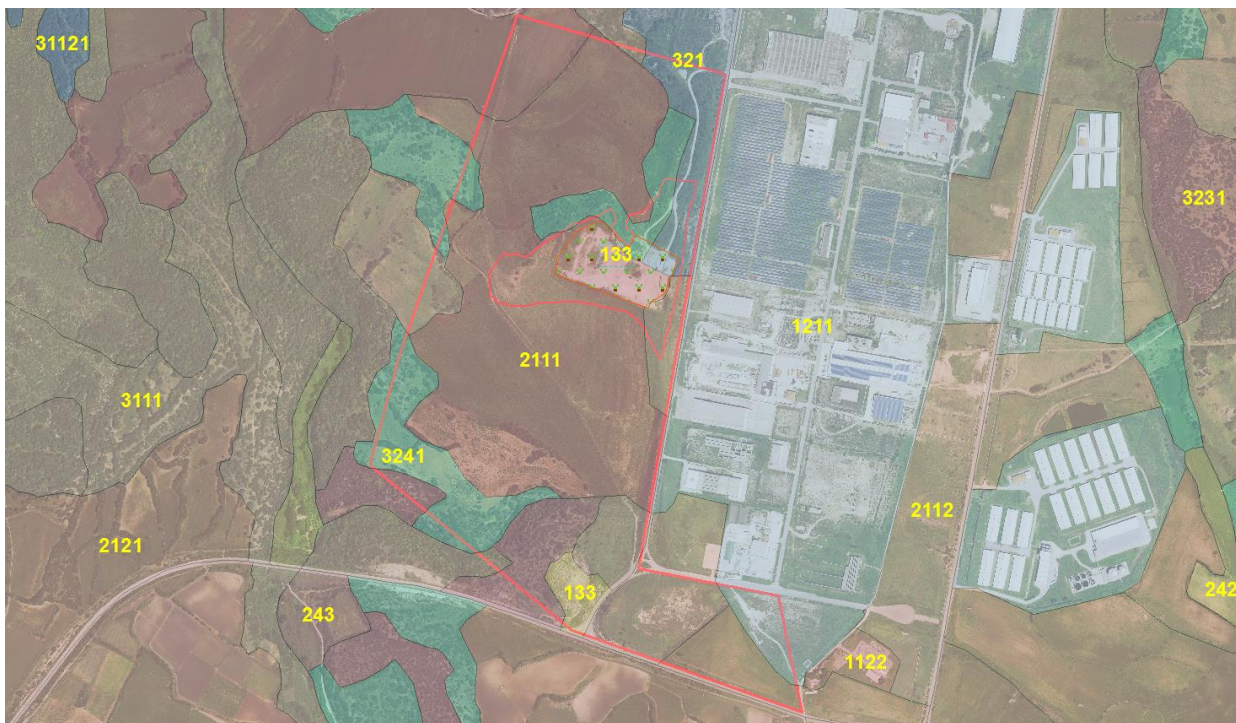


Figura 19: uso del suolo del comparto

L'intervento progettuale di coltivazione e recupero ambientale andrà ad interessare unicamente le aree classificate 2111 (ossia seminativi in aree non irrigue) prive di vegetazione, fatta eccezione per l'intervento in cui invece sono stati già attuati scavi (codice 133).

In relazione al **patrimonio agro-alimentare** del settore non si riscontrano particolarità e prodotti da tutelare nell'area di intervento o comunque potenzialmente interessata dalle operazioni.

Come più sopra accennato Isili vanta un primato nella produzione orticola. I terreni destinati a tali attività sono però posti a Sud dell'area industriale e quindi ad una distanza di almeno 600 metri dal limite meridionale dell'area di scavo. Nell'intorno e a Nord dell'area i terreni privi di vegetazione sono normalmente utilizzati per produzioni foraggere. Di seguito si riporta una mappatura degli areali normalmente utilizzati per la produzione orticola.

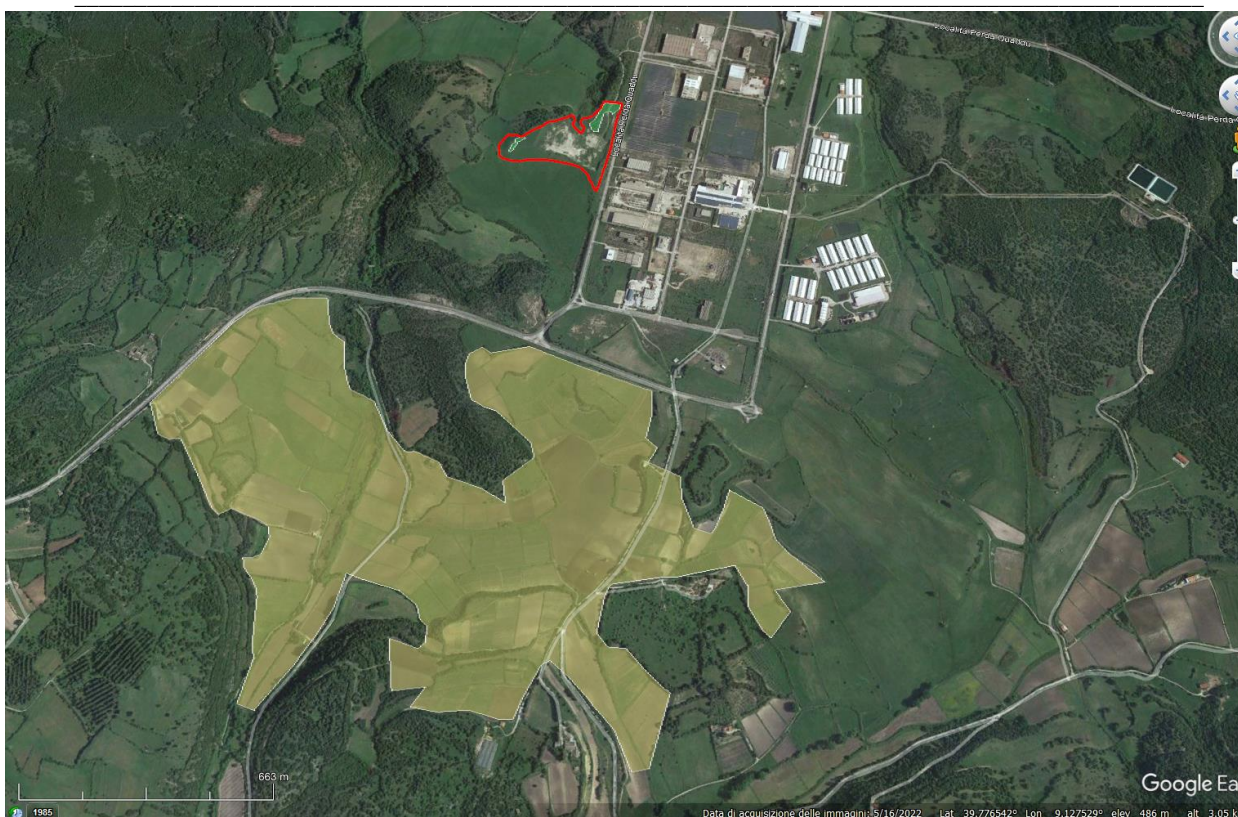


Figura 20: terreni normalmente utilizzati per la produzione orticola

Non risultano ambiti locali derivanti da accordi tra agricoltori, custodi locali singoli e associati, comitati per la biodiversità, gruppi di acquisto solidali, istituti scolastici e universitari, centri di ricerca, associazioni per la tutela della qualità della biodiversità agraria e alimentare, ospedali, esercizi di ristorazione, esercizi commerciali, piccole e medie imprese artigiane di trasformazione agraria e alimentare, nonché enti pubblici.

Non sono quindi presenti Comunità di tutela della biodiversità agraria e della cultura e qualità alimentare.

Dall'analisi della mappa della biodiversità Sardegna non risultano nell'area risorse animali e vegetali, Agricoltori e Allevatori Custodi o Centri di Orientamento varietale.

A corredo dell'analisi ambientale considerando anche gli aspetti connessi alla **desertificazione e al consumo di suolo**, cui anche il PFAR dedica parte dei suoi contenuti, si rileva che è stata effettuata un'analisi specifica con riferimento ai documenti reperibili soprattutto in rete.

Per ciò che concerne la desertificazione si è fatto riferimento anche al lavoro realizzato dall'Ersat nel 2003 rientrante nell'ambito delle attività previste dal Comitato Nazionale per la lotta alla desertificazione (DCPM 26.9.97 GU n.43 del 21.2.98) che ha approvato, in data 22\07\99 le "Linee Guida per le politiche e misure nazionali di lotta alla desertificazione" (PAN), predisposte sulla base degli indirizzi della delibera del CIPE n. 154 del 22 dicembre 1998, che definiscono le azioni necessarie a combattere la desertificazione ed il degrado del territorio in Italia nel rispetto degli impegni sottoscritti nell'ambito della Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e desertificazione.

Lo studio del territorio e delle aree a rischio per processi di degrado del suolo e di progressiva instabilità degli ecosistemi è avvenuto attraverso la calibrazione di indicatori fisico-ambientali e di pressione antropica sull'ambiente.

Nello studio regionale si è pertanto scelto di considerare il valore degli indici come riportati nella metodologia originaria di Kosmas proposta nel progetto MEDALUS, con tutti i limiti che questo comporta.

Il lavoro, primo esempio alla scala 1:100.000 e su aree così vaste in Sardegna, può rappresentare un valido contributo per successivi studi sui processi che portano alla desertificazione delle aree in ambiente mediterraneo, per la pianificazione territoriale e per la tutela delle aree con maggiore sensibilità al degrado e alla perdita di suolo e vegetazione degli ecosistemi agricoli e naturali.

Dalle analisi dei dati ottenuti si è potuto constatare che circa il 51% del territorio della Sardegna è caratterizzato da condizioni critiche, il 38% è rappresentato da aree fragili e solo il 5% presenta un rischio di desertificazione nullo o basso.

Nello specifico del Comune di Isili, ma in particolare nell'area di intervento, ricadente nel Foglio Isili in scala 1:100.000 della Carta delle Aree Sensibili a Desertificazione, si può notare come l'area di intervento sia classificata di tipo critica (sottoclasse C2- Critica) per la zona non interessata da scavi mentre per quest'ultima si assume una classificazione in C1 – ugualmente critica.

Gli effetti relativi alla ricostituzione delle caratteristiche dei suoli del progetto in essere saranno perciò approfonditamente trattati anche in relazione ai potenziali fenomeni di desertificazione.

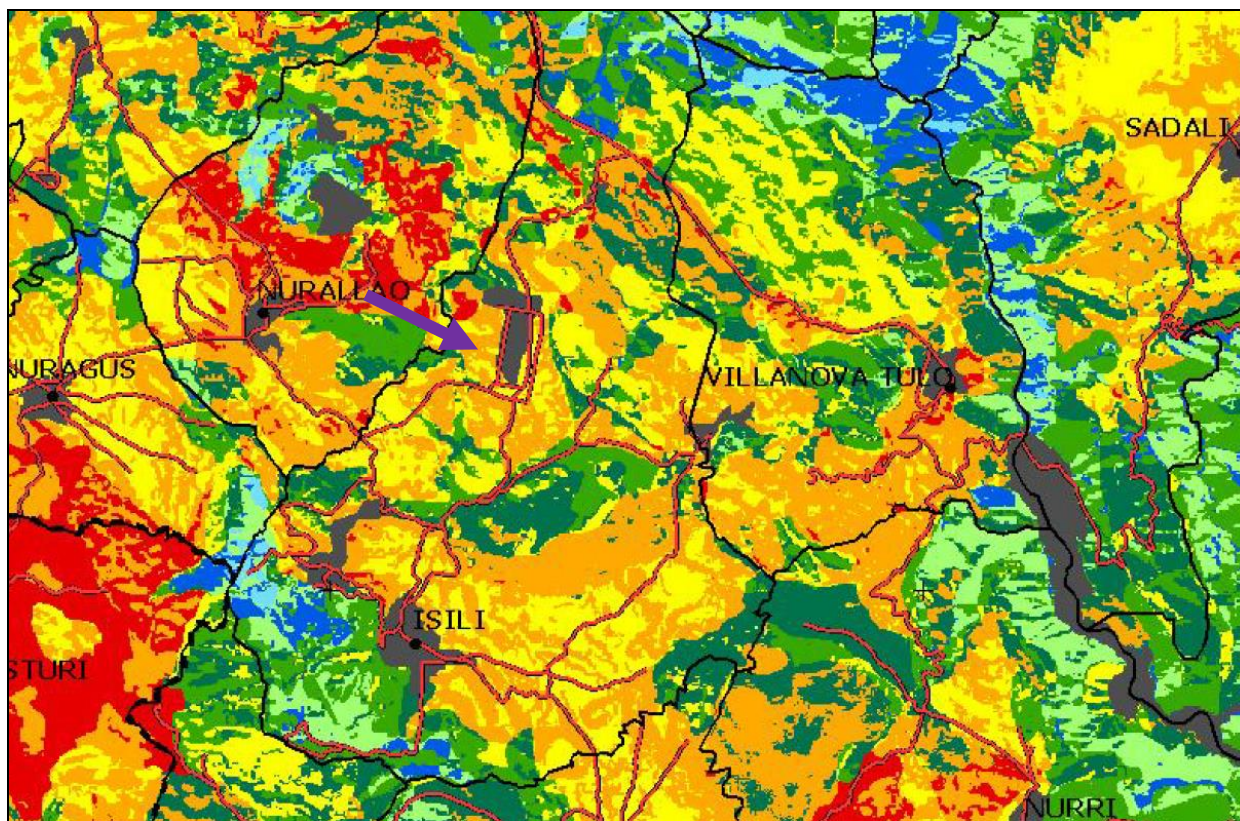


Figura 21: foglio Isili - Carta delle aree sensibili alla desertificazione

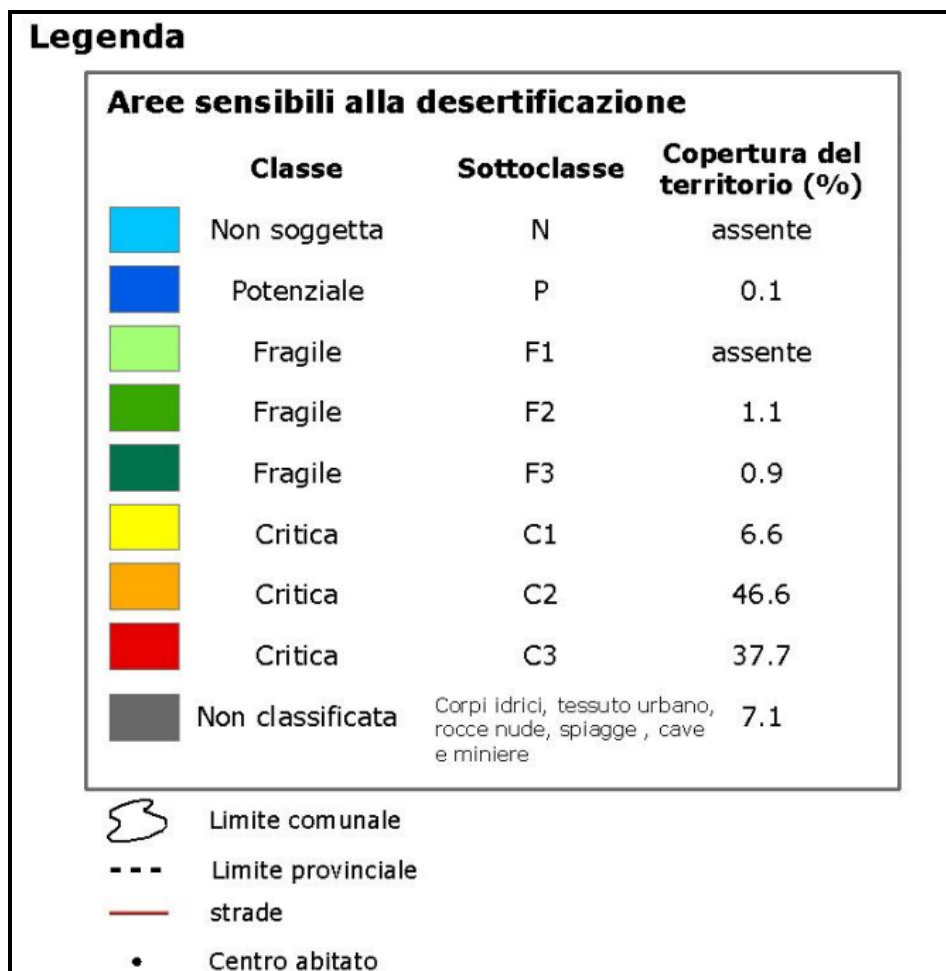


Figura 22: legenda della cartografia delle aree sensibili alla desertificazione

Con riferimento al **consumo di suolo**, alcuni dati sono derivati dall'edizione 2023 del rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" di cui alla recente delibera del Consiglio SNPA Seduta del 11/10/2023 doc. n. 218/23.

Il Rapporto, insieme alla cartografia e alle banche dati di indicatori allegati, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione della copertura del suolo e permette di valutare il degrado del territorio e l'impatto del consumo di suolo sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.

Dalla tabella di sintesi con i principali dati per i comuni per il 2022, il comune di Isili (tabella aggiornata al 2023) ha avuto un consumo di suolo percentuale pari al 3.42%, corrispondenti a 232.01 ettari.

L'incremento 2020-2021 (consumo di suolo annuale netto in ettari) è stato pari a 0 e l'incremento 2021-2022 è risultato pari a 0.37.

Si tratta di valori estremamente bassi che confermano tra l'altro il trend tra il 2006 e il 2023.

Indicazione annuale e percentuale	% ed ettari
Suolo consumato 2006 (%)	3.13
Suolo consumato 2006 (ettari)	212.57
Suolo consumato 2012 (%)	3.13
Suolo consumato 2012 (ettari)	212.57
Incremento 2006-2012 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0
Suolo consumato 2015 [%]	3.40
Suolo consumato 2015 [ettari]	230.91
Incremento 2012-2015 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	18.34
Suolo consumato 2016 [%]	3.41
Suolo consumato 2016 [ettari]	231.29
Incremento 2015-2016 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0.38
Suolo consumato 2017 [%]	3.41
Suolo consumato 2017 [ettari]	231.29
Incremento 2016-2017 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0
Suolo consumato 2018 [%]	3.41
Suolo consumato 2018 [ettari]	231.50
Incremento 2017-2018 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0.21
Suolo consumato 2019 [%]	3.41
Suolo consumato 2019 [ettari]	231.50
Incremento 2018-2019 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0
Suolo consumato 2020 [%]	3.41
Suolo consumato 2020 [ettari]	231.50
Incremento 2019-2020 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0
Suolo consumato 2021 [%]	3.41
Suolo consumato 2021 [ettari]	231.64
Incremento 2020-2021 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0.14
Suolo consumato 2022 [%]	3.42
Suolo consumato 2021 [ettari]	232.01
Incremento 2020-2021 [consumo di suolo annuale netto in ettari]	0.37

Il suolo consumato nel 2022 nel territorio del Comune di Isili è quindi in media pari a circa il 3% comunemente a gran parte del territorio dell'isola e la densità dei cambiamenti tra il 2021 e il 2022 espressa in mq/ha è vicinissima allo zero. Per l'anno 2021 il suolo consumato in Sardegna era pari a 3.31%. Il valore del suolo consumato pro capite (mq/ab) per il 2022 è pari a 1.478226, valore nel complesso medio.

Di fatto l'attività in questione rientra tra quella a consumo di suolo reversibile (il consumo di suolo viene distinto in **permanente** come nuovi edifici, strade, altre superfici pavimentate o impermeabilizzate, oppure **reversibile** come i piazzali, parcheggi e cortili non pavimentati, impianti fotovoltaici a terra, cave, cantieri, etc.); considerata la scarsa estensione dell'area di intervento pari a circa 5,80 ettari, parte della quale già compromessa e che quindi potrà essere recuperata e considerato lo sviluppo nel periodo di attività che prevede comunque il contestuale recupero ambientale, si evidenzia che la variazione indotta nel consumo di suolo a seguito della realizzazione dell'iniziativa proposta è quindi di scarsissima entità. L'incremento annuale è quindi estremamente basso se si ipotizza un consumo complessivo di circa 3,5 ettari

in 18 anni data l'estensione di circa 2,3 ettari di territorio già compromesso. Di seguito una serie di mappe che evidenziano l'evoluzione del consumo di suolo nell'area industriale a partire dal 2012. Non vi sono modifiche sostanziali all'interno dell'area in oggetto.



Figura 23: consumo di suolo nel 2012 nelle aree della zona industriale



Figura 24: consumo di suolo nel 2018 nelle aree della zona industriale



Figura 25: consumo di suolo nel 2022 per l'area industriale

Di seguito il riassunto di alcuni indicatori per il territorio di Isili.

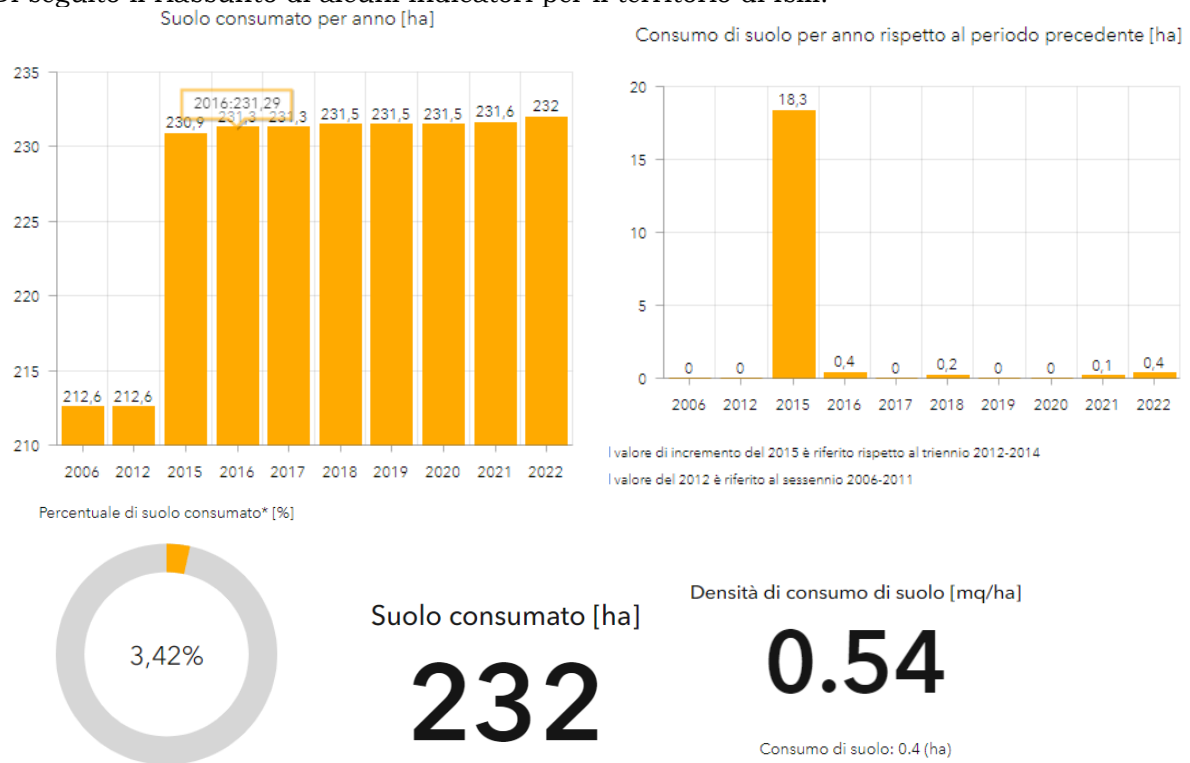


Figura 26: indicatori del consumo di suolo per il territorio di Isili

Della porzione di territorio si può valutare l'uso e l'impatto dell'uomo sulle superfici. Uno degli indicatori importanti è ad esempio l'SDG15.3.1. L'indicatore quantifica la porzione di territorio soggetta a processi di degrado, analizzando l'andamento di 3 sub-indicatori:

- i cambiamenti di copertura del suolo, tra i quali, uno dei più impattanti, il consumo di suolo;
- la perdita della produttività primaria della vegetazione, ossia la riduzione della sua capacità di produrre biomassa;
- la variazione dello stock di carbonio organico nei primi 30 cm di suolo, in cui si conserva la quota maggiore di biodiversità fondamentale nella lotta ai cambiamenti climatici.

L'Indice di Copertura Vegetale Montana (MGCI) descrive come varia in questi territori la presenza di vegetazione, intesa come l'insieme di foreste, arbusteti, prati e aree agricole.

Tra il 2012 e il 2020 nell'area in questione la situazione è rimasta praticamente invariata.

Dall'esame degli elementi si evince che l'attività in questione, sia per le caratteristiche locali che intervengono nella valutazione del consumo di suolo e sia con riferimento all'estensione minima delle aree interessate dalle attività, comporterà minime alterazioni nel consumo di suolo dell'area.

Stima degli impatti

L'occupazione del suolo è minima data la limitatezza dell'estensione e dimensione degli scavi previsti. A fronte della estensione di circa 54.58 ettari della Concessione Mineraria richiesta, solamente circa 5,80 ettari saranno interessati da attività di scavo con un consumo temporaneo pressoché limitato di suolo.

Non si prevede però alcuna modifica nella fruizione del territorio se non temporaneamente in funzione della durata delle attività che sono strettamente legate all'esercizio minerario e quindi funzione dell'evoluzione dei lavori e della cubatura del giacimento.

In ogni caso l'occupazione prevista in progetto è stimabile nell'arco di circa 18 anni. Nell'area di intervento non sono comunque in atto attività colturali mentre solo limitatamente l'area è utilizzata per uso agricolo.

Più importanti sono le attività legate al movimento terra e quindi anche alla temporanea mobilitazione delle quantità di suolo (circa 20.000 mc di suolo complessivi in 18 anni). Al termine della vigenza la dismissione e la riabilitazione consentiranno comunque la piena disponibilità del sito per qualsiasi attività diversificata. Sarà garantito infatti il recupero degli strati del suolo e lo stendimento di circa 35 cm del medesimo eventualmente additivato così come meglio esplicitato nel paragrafo della presente relativo alle attività di recupero ambientale. Si tratta comunque di un impatto temporaneo completamente reversibile a seguito del modellamento.

Non si evidenziano potenziali impatti da metalli pesanti sul suolo e sottosuolo derivabili dalle attività previste. Non sono quindi previste variazioni composizionali delle loro caratteristiche. Anche a seguito delle attività non si raggiungerà la capacità di carico dell'ambiente pedologico.

Nel complesso, con riferimento agli indicatori e alle risultanze del presente studio, si ritiene che per ciò che concerne i seguenti parametri:

- asportazione o degrado del suolo: Lo spessore e l'area del suolo asportato nel complesso minimo; è prevista la rimozione di circa 20.000 mc di suolo che saranno accumulati nelle aree periferiche dello scavo e reimpiegati nelle fasi di recupero ambientale.
- Peggioramento delle caratteristiche qualitative del suolo: si ritiene che al fine di garantire il mantenimento delle condizioni di fertilità dei suoli, gli stessi saranno comunque accumulati in cumuli di altezza limitata (2-3 metri) e protetti con la semina di specie idonee alla sua tutela.
- Subsidenza delle superfici di riempimento: i materiali utilizzati per il recupero delle aree (suoli), saranno adeguatamente stesi cerando si ripristinare la densità attuale e quindi garantiranno condizioni di stabilità contro eventuali rilassamenti
- Eliminazione di biotopi: non sono presenti nel sito biotopi di interesse sui quali debba estendersi un'eventuale tutela
- Incremento della capacità erosiva del suolo: le opere ed interventi in fase di esercizio e in fase finale garantiranno un adeguato controllo delle acque meteoriche e quindi anche delle loro azioni considerato che la pendenza assegnata ai terreni a seguito del recupero è inferiore anche a quella attuale.
- Consumo del suolo: minimo e comunque reversibile nel lungo termine.

Con riferimento al consumo di suolo si può quindi asserire che lo stesso è minimo (l'incremento rispetto ai dati ufficiali riportati più sopra è sostanzialmente irrisorio) non sussisteranno impatti residui non mitigabili di tipo irreversibile date le previsioni del recupero. E' evidente che le attività e la loro durata determineranno semplicemente una piccola variazione in quelli che sono i meccanismi connessi ai contenuti di carbonio.

E' infatti assodato che il carbonio depositato all'interno del suolo, se lasciato indisturbato, si stabilizza e resta intrappolato nel suolo anche per migliaia di anni: un suolo in buona salute può dunque contribuire a migliorare lo stoccaggio del carbonio.

Nel caso in questione non sono presenti suoli ricchi di carbonio (ad esempio torbosi) ma anche i terreni normalmente adibiti a pascolo o prato sono in grado di stoccarne grandi quantità sebbene lo stesso stoccaggio sia influenzato anche dal clima che nel nostro caso caldo e periodicamente secco, ne permette un minore accumulo.

A livello globale la crescente concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera può accelerare l'attività dei microbi nel suolo e, di conseguenza, la decomposizione della materia organica, con un rilascio potenzialmente ancora maggiore di anidride carbonica.

Nel caso specifico è però più importante considerare l'uso del suolo che influisce ugualmente sulla quantità di carbonio che il suolo può trattenere. L'aratura dei terreni agricoli accelera la decomposizione e la mineralizzazione della materia organica. Per mantenere il carbonio e i nutrienti all'interno del suolo sarebbe opportuno ridurre la lavorazione dei terreni coltivando secondo il principio della rotazione del raccolto utilizzando le cosiddette "colture da rinnovo" e lasciando i residui della coltivazione sulla superficie del suolo. L'obiettivo è chiaramente proteggere il suolo dall'erosione ed effettuare una minore frammentazione e rovesciamento dello stesso. Nel nostro caso il suolo viene temporaneamente asportato e accumulato per poi riutilizzarlo nelle successive fasi di recupero ambientale, opportunamente additivato al fine di consentirne l'ottimale reimpiego.

Pur tuttavia occorre sottolineare che il ruolo dell'assorbimento del carbonio da parte del suolo come *carbon sink* è comunque estremamente limitato. Il carbonio nel suolo è soggetto a un equilibrio dal momento che oltre quello che arriva (ad esempio decomposizione delle piante etc.) se ne può anche perdere in uscita, attraverso i processi di respirazione e di

decomposizione della sostanza organica. Una generalizzazione sugli effetti dell'uso del suolo sugli *stock* di C del suolo è al momento abbastanza dubbia e controversa. Una serie numerosa di studi indica che, in generale, i suoli dei pascoli agiscano come *C sink*. Al contrario, i suoli delle colture agrarie si comportano il più delle volte come *C source* (bilancio netto negativo tra assorbimenti ed emissioni di gas-serra).

In agricoltura pratiche di gestione conservativa del suolo (minima lavorazione e semina su sodo), note come Agricoltura Conservativa, permettono di sequestrare nel terreno quantitativi di anidride carbonica superiore rispetto a tecniche di tipo tradizionale. Ad esempio, in cinque anni di agricoltura conservativa è possibile sequestrare circa 12.220 kg di CO₂ per ogni ettaro coltivato (stime AIGACOS - Associazione Italiana per la Gestione Agronomica Conservativa del Suolo). E' chiaro che in un'ottica generale, così come anche recentemente attestato dal Parlamento europeo (proposta per aumentare l'assorbimento di gas serra grazie all'uso del suolo), il suolo e l'agricoltura possano contribuire all'assorbimento di CO₂, ma è altrettanto significativo evidenziare che la limitata estensione della realtà estrattiva comporta una minima perdita di accumulo di CO₂ che nella migliore delle ipotesi, secondo la stima cautelativa più sopra riportata (terreno coltivato), potrebbe essere di circa 28.000 Kg/ettaro per diciotto anni. A tal fine, come si è evidenziato anche nel quadro progettuale, al fine di compensare l'impatto si è previsto di attuare opere di compensazione mediante piantumazione delle aree comunali con il fine di apportare un significativo contributo all'assorbimento di CO₂ nel bilancio globale.

Elementi qualificanti del progetto e sistemi di riduzione degli impatti

Tra gli aspetti qualificanti del progetto si osserva che è previsto il modellamento e il ripristino del sito interessato durante e al termine delle attività attraverso lo spandimento del terreno vegetale o comunque di un mix appropriato in grado di consentire la totale stabilizzazione delle aree interessate mediante inerbimento naturale o eventualmente semina.

Non si rilevano impatti di rilievo a carico dell'uso del suolo ma unicamente positivi in quanto finalizzati anche al recupero delle aree che attualmente si presentano degradate a causa di vecchi scavi condotti nell'area.

Non si rilevano impatti sul patrimonio agro alimentare.

Oltre a quanto sopra si osserva che sono comunque previste opere finalizzate alla compensazione ambientale direttamente all'interno dell'abitato o anche nella zona industriale così come proposte e indicato nel presente SIA; esse contribuiranno in area vasta a controbilanciare la diminuzione dell'assorbimento della quantità di CO₂ del suolo a seguito della realizzazione delle attività.

Dall'analisi della componente ambientale si ritiene che la capacità complessiva ambientale non sia stata raggiunta né superata anche se sostanzialmente sarà modificata.

L'occupazione del suolo è minima sia per l'estensione e sia visto che esso va a collocarsi in un'ampia e idonea area distante dal centro urbano di Isili ormai solo in parte utilizzata per funzioni produttive di tipo industriale.

Gli impatti sul consumo del suolo sono comunque da considerare lievi in quanto totalmente reversibili anche in funzione delle modalità esecutive dei lavori e delle opere di recupero ambientale previste.

15 AMBIENTE IDRICO

Il presente capitolo è specificatamente dedicato alla tutela delle acque. Esso si articola nei seguenti paragrafi:

- quadro normativo di riferimento;
- idrografia e idrogeologia del territorio;
- caratteristiche chimiche delle acque superficiali;
- utilizzo delle risorse idriche;
- stima degli impatti;
- aspetti qualificanti del progetto in relazione alla tutela delle acque dall'inquinamento;

Quadro normativo di riferimento

Le principali normative di riferimento, attinenti alla tutela delle acque e delle risorse idriche sono le seguenti:

- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000, ha lo scopo di istituire (art. 1) "un quadro per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee
- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
- Direttiva 2014/80/UE: Direttiva della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
- R.D. n. 523 del 25/7/1904 (T.U. sulle acque)
- R.D. n. 1775 del 11/12/1933 (T.U. su acque e impianti elettrici)
- Delibera C.I.T.A.I. del 4/2/77
- D.P.C.M. 4/3/1996 (Disposizione in materia di risorse idriche)
- D.lgs. 31/2001 (acque destinate al consumo umano)
- D.M. 185/2003 (riuso acque reflue)
- D. Lgs. 03 aprile 2006, n.152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- D. Lgs. 16/03/2009 n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento",
- Decreto 6 luglio 2016 del Ministero Dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: *Recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.*
- L.R. 6 Dicembre 2006: Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici

Idrografia e idrogeologia del territorio

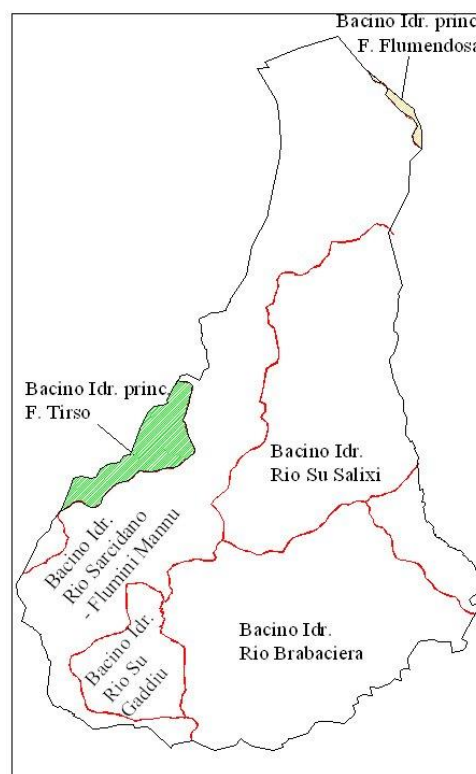
Idrografia



L'area in questione, secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, è inclusa nel Sub – Bacino n° 7 del Flumendosa Campidano Cixerri. In particolare, si osserva che il bacino montano di riferimento è quello del Rio Sarcidano (denominato anche Flumini Mannu 041° Rio Roledu) a monte dell'invaso di San Sebastiano (sbarramento di Is Barroccus).

Da un punto di vista idrografico generale si osserva che il Fluminimannu raccoglie le acque del settore settentrionale dei territori di Isili e Nurallao ed è alimentato prevalentemente dalle sorgenti a carattere perenne del Tacco del Sarcidano. Ha quindi un bacino idrografico prevalentemente impostato sui litotipi dolomitico calcarei mesozoici a permeabilità elevata e il deflusso superficiale è talora limitato o assente per effetto della cattura fluviale

operata dalle fratturazioni del complesso. Anche dal punto di vista dell'uso reale del suolo, si osserva che il bacino è impostato prevalentemente su aree boschive. Il reticolo idrografico non è molto sviluppato in quanto l'intero bacino risulta impostato essenzialmente sul complesso carbonatico mesozoico che presenta una permeabilità da media ad alta per fessurazione e per carsismo e non permette la formazione di rilevanti riserve superficiali, mentre trasferisce in profondità le acque di infiltrazione alimentando quindi l'acquifero sottostante. Gli affluenti principali derivano prevalentemente dalla sinistra idrografica tra i quali spicca il Rio Fraccioni, in agro di Nurallao, e il Rio Su Salixi. Il Rio Su Salixi si snoda sul settore posto a Est e Sud dell'agglomerato industriale del Sarcidano e riceve le acque del Rio Funtana Iri, del Rio Congiaduredda e del Rio Bau e Carru. Si immette direttamente sul Flumini Mannu all'altezza del Lago di San Sebastiano.



Il corso d'acqua presenta deflussi solitamente periodici in funzione della piovosità e quindi un regime di tipo torrentizio. Il suo bacino è impostato prevalentemente sulle dolomie mesozoiche e sui depositi terziari. Il Flumini Mannu041 (Rio Sarcidano) scorre ad Ovest delle aree interessate dal progetto e ad una distanza dalle stesse minima di 270 metri dal limite dell'area di scavo e si immette a valle dell'agglomerato Industriale, direttamente nell'Invaso artificiale di San Sebastiano sbarrato alla stretta di Is Barroccus nel territorio di Isili, sul versante Nord Occidentale del Monte Treppe. Il corso d'acqua ha un andamento fortemente dipendente dall'entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con piene durante le stagioni piovose e alveo pressochè asciutto o con minimo deflusso durante le stagioni siccitose estive. Uno schema idrografico generale del settore è riportato nella

sottostante figura 27 mentre lo schema di dettaglio dell'area prossima a quella dell'area richiesta in Concessione è indicata nella figura 28.



Figura 27: schema idrografico generale

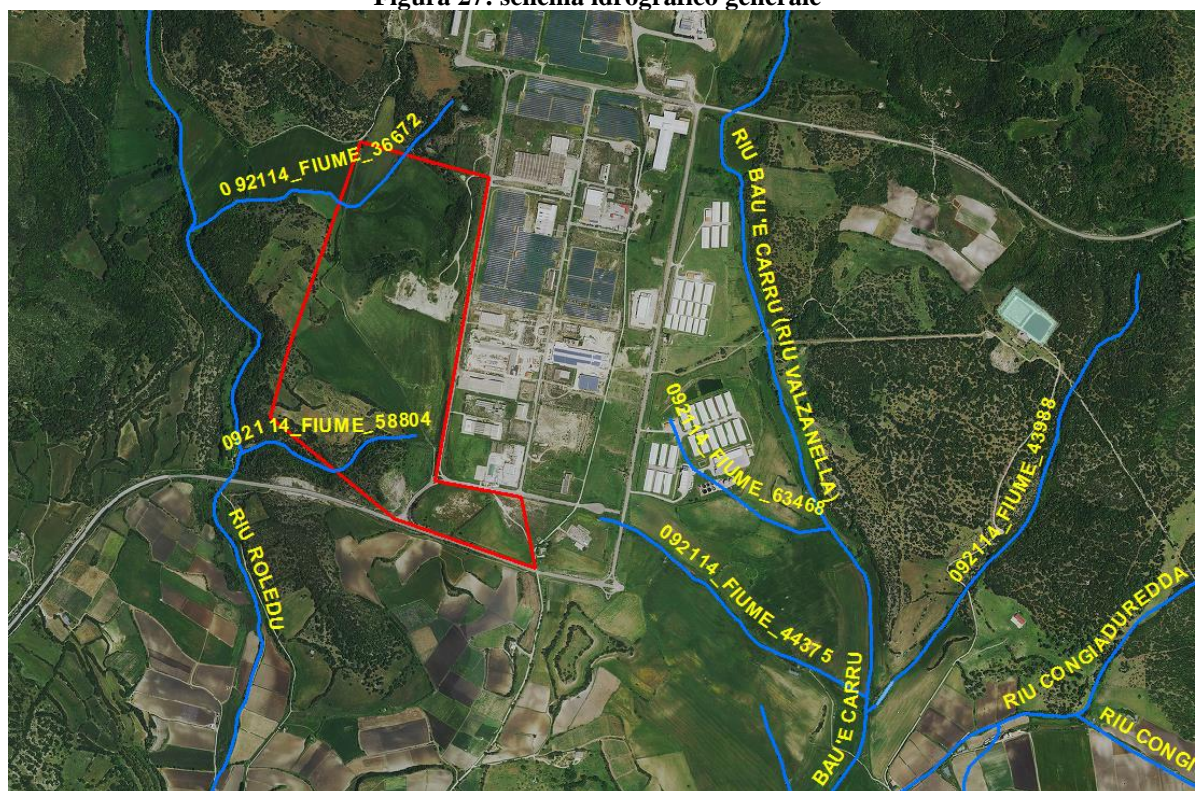
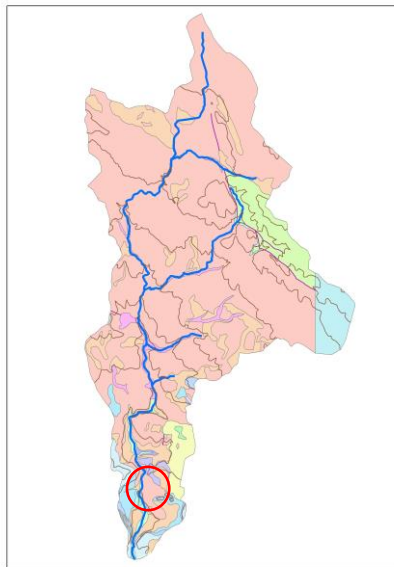


Figura 28: idrografia di dettaglio



Il quadro di dettaglio dell'area evidenzia che all'interno dell'area della Concessione sono presenti due piccoli corsi d'acqua censiti nel database regionale (Fiume 36672 e fiume 58804) che in realtà rappresentano le aree di scarico delle acque bianche raccolte all'interno dell'area industriale. Entrambi drenano quindi acque solo in occasione di precipitazioni.

I corsi d'acqua indicati sono comunque particolarmente influenzati dalle precipitazioni e si presentano asciutti in parte dell'anno e con scorrimento che avviene a seguito di condizioni di saturazione dei suoli a seguito di precipitazioni intense e persistenti. Dalle modellizzazioni si rileva infatti che i deflussi estivi dei tributari principali tendono comunque ad annullarsi. Si sottolinea inoltre che quasi tutti i corsi d'acqua segnalati si trovano in stato di abbandono e localmente con alveo occluso dalla vegetazione. Come già osservato nel capitolo

destinato alla programmazione, il Flumini Mannu è inserito in aree a pericolosità idraulica ma le attività non avranno comunque alcuna ripercussione in quanto si svolgono a notevole distanza dalle aree segnate a pericolosità idraulica e comunque non incidono sulle modifiche quantitative del deflusso considerato che gli afflussi sono già computati all'interno del bacino idrografico di riferimento. Le portate calcolate per il Flumini Mannu a monte dell'attraversamento della Strada Consortile hanno un valore minimo di almeno 126 mc/sec.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Bacino1	14	PF 1	201.29	496.50	499.34	500.02	502.17	0.053164	9.17	34.56	54.32	1.89
Bacino1	14	PF 2	171.33	496.50	499.24	499.89	502.06	0.053159	8.92	29.54	48.87	1.88
Bacino1	14	PF 3	148.80	496.50	499.15	499.81	502.01	0.053173	8.70	25.59	44.13	1.87
Bacino1	14	PF 4	126.41	496.50	499.06	499.69	501.93	0.053187	8.44	21.50	38.80	1.85
Bacino1	13	PF 1	201.29	483.80	487.14	487.31	487.88	0.011087	4.92	60.85	58.72	0.95
Bacino1	13	PF 2	171.33	483.80	487.01	487.18	487.72	0.011091	4.76	53.25	54.46	0.94
Bacino1	13	PF 3	148.80	483.80	486.90	487.07	487.59	0.011053	4.62	47.40	50.93	0.93
Bacino1	13	PF 4	126.41	483.80	486.77	486.94	487.44	0.011067	4.47	41.25	46.93	0.92
Bacino1	12	PF 1	201.29	465.50	469.81	469.35	469.85	0.000617	1.43	264.79	321.88	0.26
Bacino1	12	PF 2	171.33	465.50	469.70	469.30	469.74	0.000624	1.41	233.26	305.72	0.26
Bacino1	12	PF 3	148.80	465.50	469.62	469.25	469.68	0.000633	1.39	208.32	292.30	0.26
Bacino1	12	PF 4	126.41	465.50	469.53	469.19	469.57	0.000631	1.36	183.59	278.35	0.26
Bacino1	11	PF 1	201.29	458.50	461.28	461.32	461.87	0.012454	4.29	60.63	54.85	0.84
Bacino1	11	PF 2	171.33	458.50	461.19	461.21	461.71	0.011530	4.04	56.06	54.61	0.81
Bacino1	11	PF 3	148.80	458.50	461.11	461.14	461.58	0.011386	3.93	51.40	54.36	0.80
Bacino1	11	PF 4	126.41	458.50	460.98	461.05	461.45	0.012690	4.00	44.44	53.32	0.83
Bacino1	10.8	PF 1	201.29	450.60	456.67	454.42	458.87	0.001547	2.11	113.78	59.31	0.30
Bacino1	10.8	PF 2	171.33	450.60	457.76	454.05	458.08	0.002893	2.54	71.33	33.88	0.39
Bacino1	10.8	PF 3	148.80	450.60	457.30	453.75	457.62	0.002363	2.51	59.30	9.01	0.31
Bacino1	10.8	PF 4	126.41	450.60	456.89	453.44	457.16	0.002019	2.27	55.60	9.01	0.29

Figura 29: studio delle portate di massima piena del Flumini Mannu immediatamente a valle dell'area di intervento

Considerando i deflussi dell'area di scavo si osserva che gli stessi allo stato attuale seguono le linee di massima pendenza per raccogliersi sul lato Sud e sul lato Nord ed affluire ai due corsi d'acqua secondari già citati, affluenti del Flumini Mannu. Di seguito lo schema di circolazione in occasione di forti precipitazioni. Dal lato Nord dello scavo le acque si immettono nel Fiume_36672 mentre dal lato Sud si immettono nel Fiume_58804. Si evidenzia che di fatto

non vi sono apporti esterni provenienti dal lato Est dell'area di scavo in quanto la trincea stradale esistente delimita di fatto un bacino idrografico che drena le acque del settore industriale verso i punti di recapito naturali. **L'area di scavo, durante le precipitazioni, è quindi strettamente alimentata solo ed unicamente dal settore di scavo medesimo e quindi da un areale che è pari ai pochi ettari interessati dalle attività.**

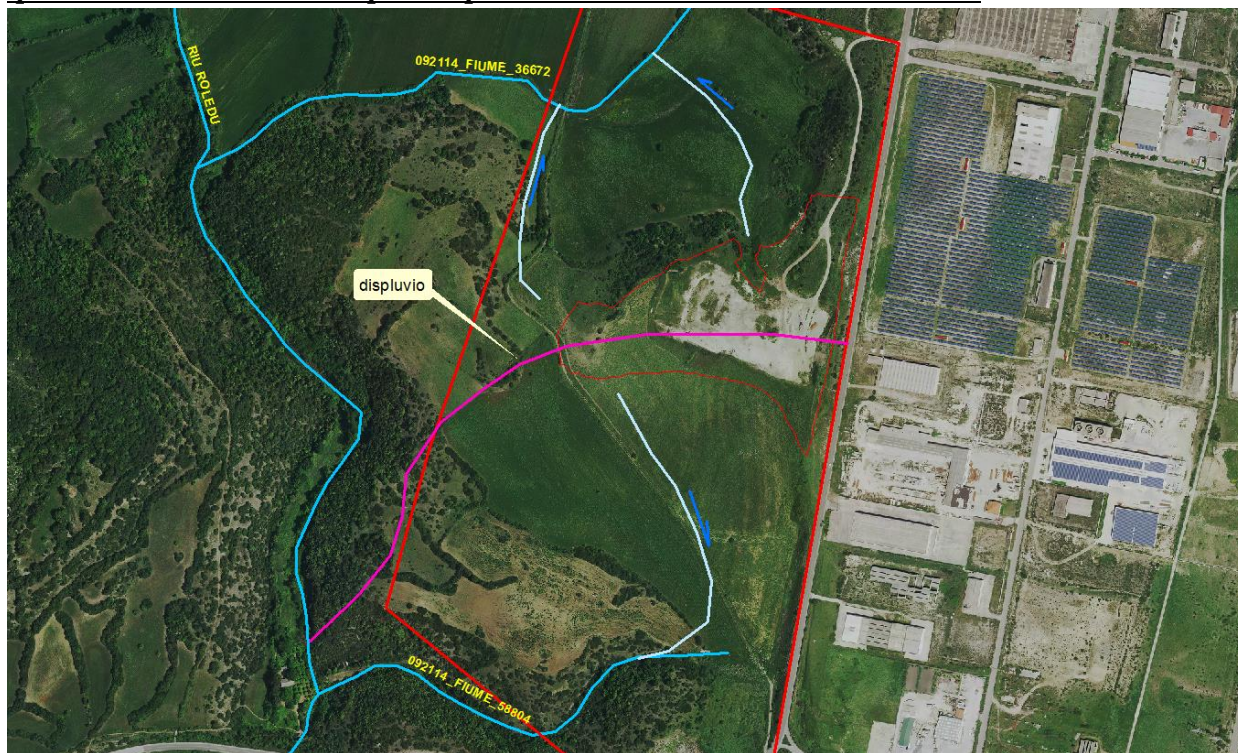


Figura 30: ricostruzione della rete di deflusso delle acque meteoriche

Anche a seguito dell'attuazione del progetto le acque saranno controllate e convogliate in alcuni bacini di decantazione che saranno operativi durante le attività e che permetteranno il controllo delle medesime prima di immetterle, nel rispetto dei limiti qualitativi, all'interno della rete di drenaggio naturale. Considerando che comunque tra il limite est dell'area di scavo e la scarpata stradale vi è una fascia di rispetto della larghezza di circa 20 metri che comunque può drenare le acque verso l'intero dello scavo, durante le attività è prevista sempre la realizzazione di una canaletta esterna che intercetti eventuali acque meteoriche impedendo alle medesime di entrare all'interno dello scavo. Come già specificato non si ritiene necessario il dimensionamento di eventuali opere di intercettazione e drenaggio in quanto di fatto nell'area sovrastante non si ha un bacino idrografico di raccolta di acque esterne all'area di intervento. Pur tuttavia si evidenzia che la cunetta sarà sagomata a sezione trapezoidale, sarà dimensionata opportunamente in funzione della massima portata prevedibile con un tempo di ritorno di 30 anni. Si riportano di seguito alcuni stralci delle tavole di progetto dalle quali sin dal terzo anno si evidenzia che le acque esterne saranno sempre controllate e drenate in modo tale da evitare qualsiasi interferenza con le lavorazioni previste. Dalle medesime tavole si evince anche che le acque circolanti all'interno della miniera saranno invece controllate grazie alle pendenze assegnate ai gradoni e ai piazzali, dotati di adeguata contropendenza verso monte e debole inclinazione tale da convogliare le acque verso i bacini di decantazione appositamente realizzati.

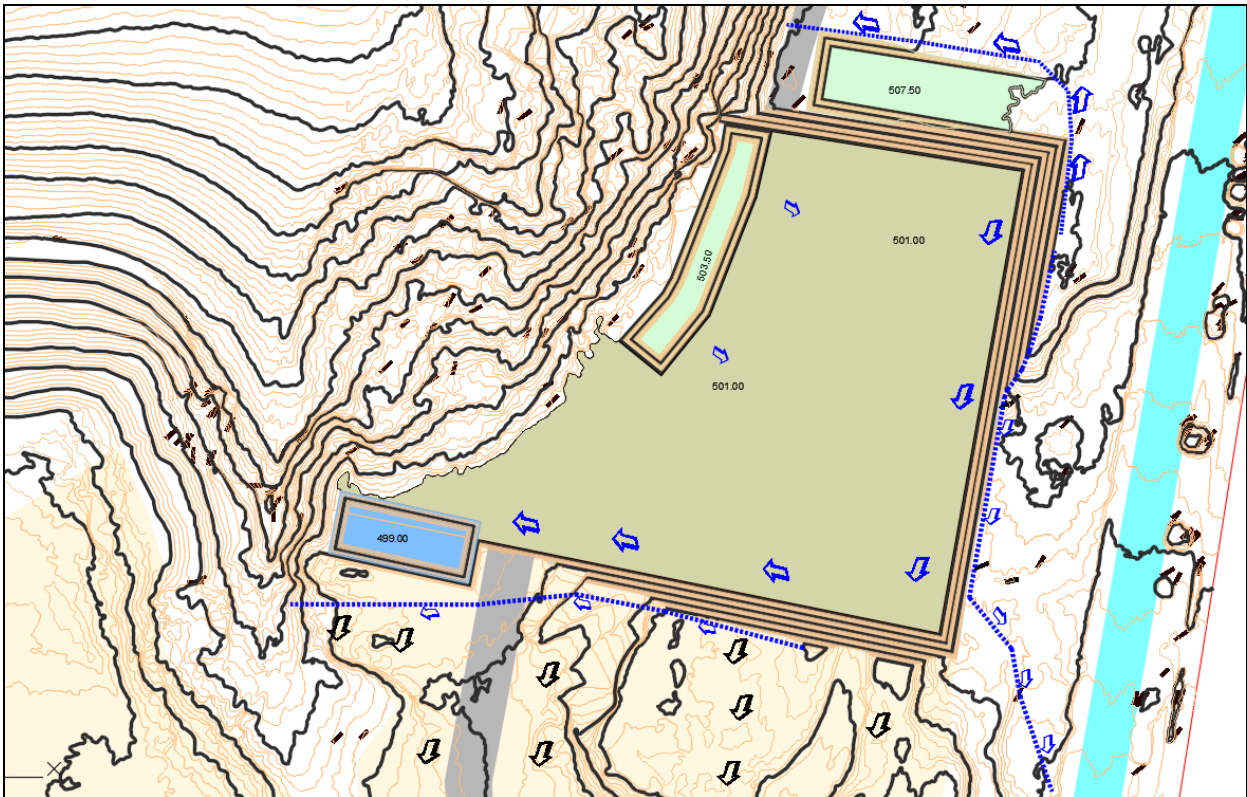


Figura 31: situazione al terzo anno- le acque del settore est comprese tra la trincea stradale (ciano) e lo scavo vengono convogliate attraverso apposite canalette sia in direzione Nord che Sud. Le acque che possono invece gravare sul settore sud dello scavo vengono drenate in direzione Ovest.

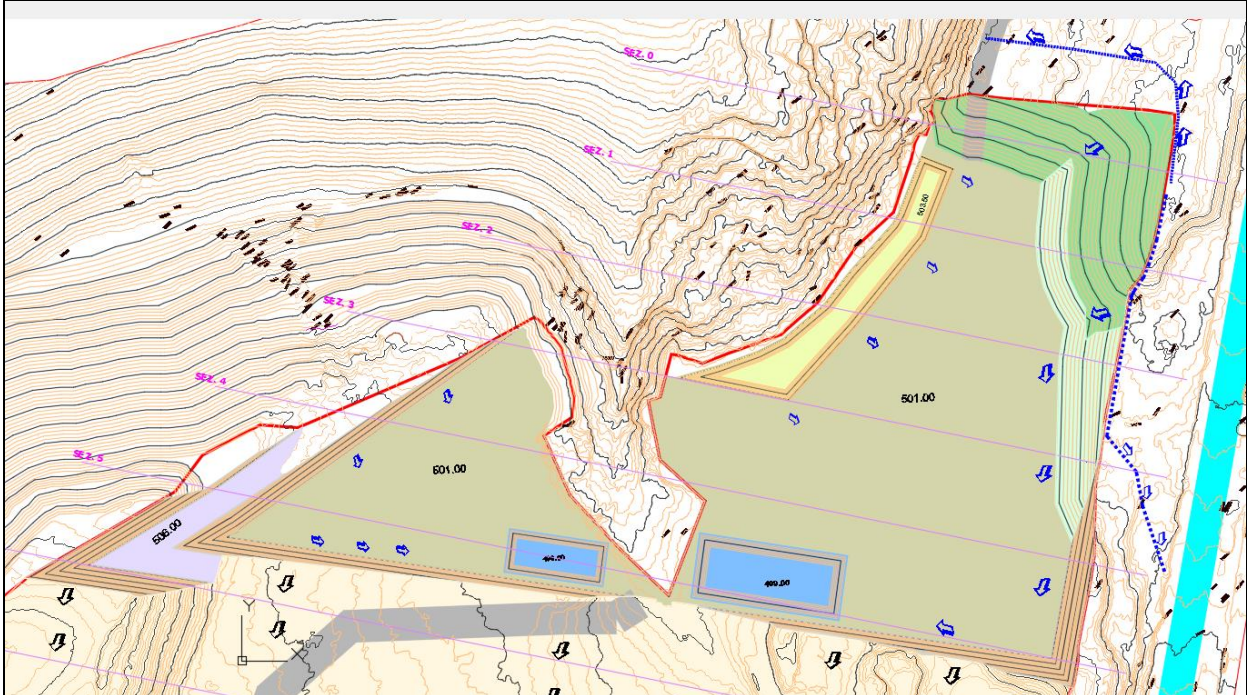


Figura 32: situazione al sesto anno. Si mantiene inalterato il sistema di drenaggio esterno mentre è potenziato il sistema di decantazione interno che drena le acque dello scavo grazie alle pendenze assegnate al medesimo

Il controllo esterno ed interno dei drenaggi è assicurato anche nelle fasi successive di coltivazione dove si pone particolare attenzione all'interfaccia delle aree di scavo con quelle già ripristinate. Infatti, oltre al controllo esterno di eventuali ruscellamenti, le acque interne provenienti dalle aree già recuperate vengono drenate ed immesse nella rete naturale di drenaggio prima ancora che le stesse possano ruscellare verso le zone di scavo.

Il controllo delle acque interne è sempre garantito dalle contropendenze assegnate agli scavi.

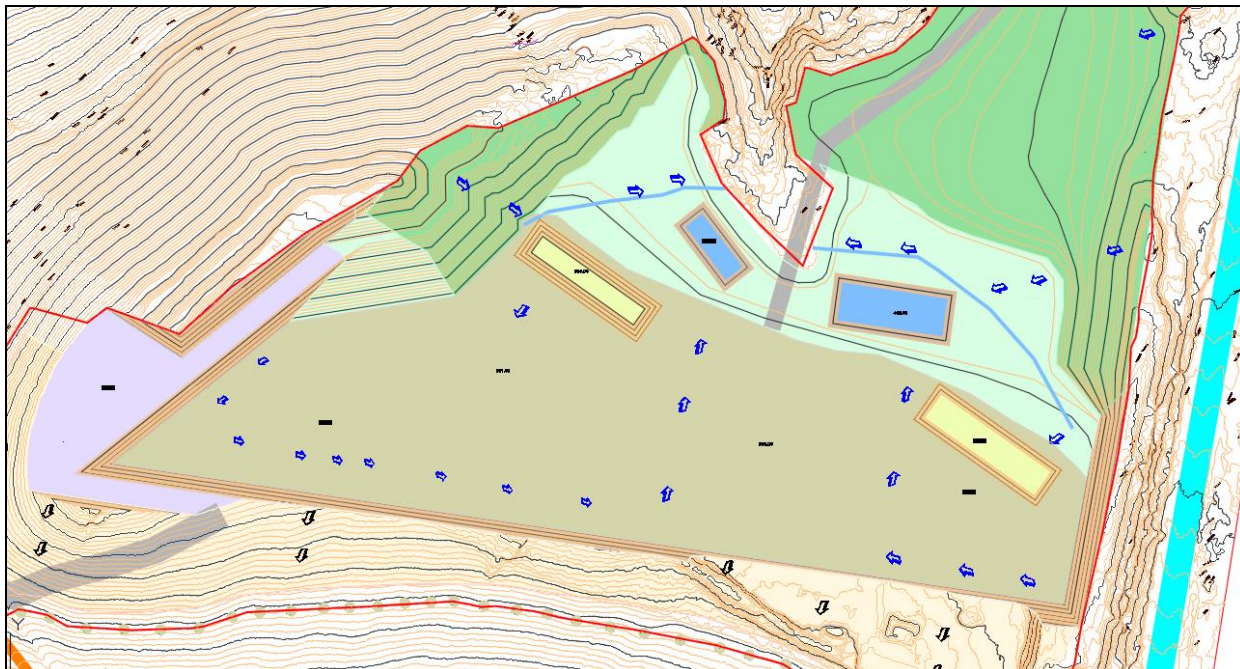


Figura 33: sistema di controllo dei ruscellamenti al 15° anno

In relazione alle quantità delle acque di ruscellamento e circolazione superficiale del bacino scolante a monte delle vasche di raccolta e decantazione delle acque meteoriche interne e che comprende l'area di scavo, si osserva che il medesimo può avere una estensione che in funzione delle fasi di coltivazione è pari a circa 2 ettari.

Le acque di "prima pioggia" sono identificate nei primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento, uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore venga raggiunto dopo un periodo di tempo di 15 minuti di pioggia.

Adottando tale sistema, prescindendo dalla reale distribuzione dei deflussi si evidenzia che sulla superficie di 20.000 mq (tale è infatti la superficie netta sulla quale deve essere effettuata la raccolta acque interne alla miniera durante le operazioni di scavo nelle diverse fasi), si avrebbe un volume di acque di prima pioggia pari a 100 mc.

Tale volume è estremamente basso e può sufficientemente essere contenuto dalle vasche di accumulo per le quali si stimano capienze superiori ai 1.000-1.500 mc complessive fatta eccezione per il primo triennio (500 mc). Si tratta di valori che quindi garantiscono la tenuta di eventuali situazioni di piovosità particolarmente gravosa. Se ne deduce che quindi anche ipotizzando uno scenario di deflusso con intensità di precipitazione elevata in breve tempo, si avrebbe comunque il controllo degli afflussi data la scarsa superficie di intervento.

Idrogeologia

Per ciò che concerne le caratteristiche idrogeologiche si osserva che il territorio in questione costituisce un complesso idrogeologico ben caratterizzato e relativamente semplice in funzione dei suoi aspetti morfologici e geologici. Sono presenti tre complessi litologici che mostrano, dal punto di vista della permeabilità, caratteristiche differenti. Le distinzioni sono state fatte seguendo lo schema rappresentato da quattro livelli con grado diverso di permeabilità:

- Impermeabile ($k < 10^{-7}$ cm/sec)
- Bassa Permeabilità ($10^{-4} > k > 10^{-7}$ cm/sec)
- Media Permeabilità ($10 > k > 10^{-4}$ cm/sec)
- Alta permeabilità ($k > 10$ cm/sec)

Distinguendo due tipi differenti di permeabilità:

1. per porosità
2. per fessurazione e carsismo;

Occorre precisare che la precedente distinzione, in assenza di sicure prove di permeabilità che consentano l'esatta determinazione del coefficiente K, è stata effettuata sulla base dei dati riportati in letteratura e dall'insieme delle osservazioni di campagna relative agli aspetti litologici, giaciture etc. E' comunque possibile che la permeabilità di certi litotipi, in seno alla medesima formazione, possa essere differente perchè al limite delle classi di permeabilità sopra definite.

LITOLOGIE DEL SUBSTRATO		
UNITA'	FORMAZIONE GEOLOGICA	DESCRIZIONE
Detritico carbonatica quaternaria	travertini, detriti di falda	Permeabilità alta per porosità
Alluvioni plio quaternarie	Alluvioni antiche, alluvioni recenti, alluvioni attuali, depositi fluvio lacustri, Sintema di Portovesme	Permeabilità per porosità complessiva medio bassa; localmente medio alta nei livelli a matrice più grossolana
Vulcaniti plio quaternarie	Basalti delle Giare	Permeabilità complessiva per fessurazione da medio-bassa a bassa, localmente in corrispondenza di facies fessurate e cavernose permeabilità per fessurazione e subord. per porosità medio alta
Detritica pliocenica	Conglomerati, arenarie, argille di sistema alluvionale	Permeabilità per porosità complessivamente bassa localmente media in corrispondenza dei livelli a matrice più grossolana
Detritico carbonatica miocenica superiore	calcarei, calcareniti, arenarie marnose con subordinate marne e siltiti, conglomerati arenarie	Permeabilità complessiva medio alta, da medio bassa a medio alta per porosità nei termini detritici, medio alta per fessurazione e/o carsismo nei termini carbonatici
	marne, marne arenacee e siltose, conglomerati a matrice argillosa con subordinate arenarie, calcareniti e sabbie con locali intercalazioni tufacee	Permeabilità complessiva medio bassa per porosità alta, localmente medio alta per porosità nei termini sabbioso-arenacei
Detritica carbonatica oligo miocenica inferiore	Conglomerati e arenarie con matrice generalmente argillosa siltiti e argille con locali intercalazioni di tufi di ambiente continentale	Permeabilità per porosità bassa
Vulcaniti oligomioceniche	vulcaniti calc alcaline	Permeabilità per fessurazione complessiva medio bassa
carbonatica mesozoica	calcarei, calcari dolomitici, dolomie, calcari oolitici, calcari bioclastici, calcari marnosi, marne calcareniti, calcari selciferi, arenarie, calcari micritici, dolomie, marnose, marne e gessi e argille di ambiente transizionale e marino	Permeabilità complessiva medio alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici, e per porosità nei termini arenacei, localmente bassa nei termini marnoso e argilosi
detritico permo carbonifera e triassica	argille, siltiti, arenarie e conglomerati, talora con intercalazioni di calcari silicizzati, di calcari con selci lacustri di ambiente continentale	Permeabilità per fessurazione complessiva medio bassa, localmente media in corrispondenza dei livelli arenacei e conglomeratici
Magmatica paleozoica	complesso filoniano, complesso vulcanico	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione localmente media in corrispondenza delle aree con sistemi di fratturazione sviluppati
Metamorfica superiore paleozoica	complesso metamorfico scistoso	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione, localmente in corrispondenza delle lenti carbonatiche medio alta per fessurazione e carsismo

Figura 34: permeabilità generale delle Formazioni

In generale la parte impermeabile del bacino è costituita dalle litologie oligomioceniche a carattere prevalentemente bentonitico (Formazione di Ussana) che presenta una **permeabilità molto bassa o nulla** per porosità ($10^{-4} > k > 10^{-7}$ cm/sec) o ($k < 10^{-7}$ cm/sec) e rappresenta il substrato impermeabile in cui la circolazione delle acque per moto verticale è pressoché nulla. Al di sotto delle dolomie giuresi possono ugualmente essere intercettati livelli argillosi della Formazione di Genna Selole che costituiscono ugualmente un limite impermeabile per il confinamento della falda profonda. Il limite basale delle metamorfiti paleozoiche è quello comunque che garantisce l'intera permeabilità al comparto profondo.

La parte mediamente permeabile è costituita invece dal complesso arenaceo-conglomeratico soprastante le argilliti (Formazione di Ussana) che presenta una **permeabilità relativa da bassa a media** per porosità ($10^{-4} > k > 10^{-7}$ cm/sec o $10^{-4} > k > 10^{-4}$ cm/sec) e variabile in funzione delle condizioni di cementazione dei clasti e quindi del contenuto argilloso.

La parte da **mediamente ad altamente permeabile** per fessurazione e carsismo è rappresentata dal potente complesso carbonatico mesozoico della Formazione di Dorgali ($10^{-4} < K < 10^{-4}$ cm/sec). Essendo delimitato alla base da argilliti o da metamorfiti si verifica che le acque di infiltrazione riemergono pertanto o come sorgenti di frattura nelle dolomie stesse o di contatto stratigrafico al passaggio con le argille e le metamorfiti sottostanti l'assise carbonatica. Le caratteristiche idrogeologiche del settore carbonatico sono comunque ben note in quanto il "Tacco del Sarcidano", che si presenta come un'unità ben delineata dal punto di vista geologico-morfologico e idrogeologico, rappresenta il più importante serbatoio acquifero della Sardegna centrale. La permeabilità dell'acquifero è strettamente legata all'intensità di fratturazione e di carsificazione; il complesso dolomitico si comporta infatti come un grande corpo assorbente delimitato alla base dai livelli impermeabili. Numerose sorgenti in agro di Isili, presentano cospicue portate (ad esempio *Funtana Onadi*, *Funtana Figu*, *Funtana Isidoriu*) e alcune di queste sono state da sempre captate da Abbanoa S.p.a. per uso acquedottistico. Il Tacco trova comunque sviluppo a Nord delle aree di intervento o al di sotto delle aree di scavo mostra continuità. In ogni caso lo scavo non interessa tali litologie e pertanto si esclude qualsiasi interferenza con tale acquifero.

Lo schema delle Unità a permeabilità omogenea riportato più sopra, consente di definire l'andamento della circolazione idrica subsuperficiale del settore. Laddove è presente la Formazione di Ussana, si innesca localmente una circolazione idrica subsuperficiale, alimentata direttamente per infiltrazione della piovosità e per drenaggio dalle aree dolomitiche poste più a Nord, delimitata inferiormente dalle vulcaniti oligoceniche. Tale potenziale circolazione di falda subsuperficiale mostra comunque il suo massimo sviluppo con livelli statici prossimi al piano di campagna in occasione di periodi di forte piovosità in zone interne all'area industriale in quanto la direzione di deflusso della medesima è verso SE. All'interno dell'area industriale tale falda presenta comunque criticità in relazione alla vulnerabilità in quanto manca di un orizzonte di protezione. Tale situazione può verificarsi anche nelle zone prossime al Flumini Mannu e sia nelle zone più depresse poste immediatamente a Nord e Sud del settore rialzato centrale nel quale sono avvenuti gli scavi di spianamento.

Le operazioni di scavo non interferiranno invece con la falda in quanto la stessa non è stata intercettata durante le operazioni di scavo dei pozzetti geognostici o con moto trivella e si ritiene che la medesima, al di sotto del profilo collinare interessato dagli scavi, sia rinvenibile ad almeno 10 metri di profondità al di sotto dei livelli argillosi.

Si consideri infatti che gli scavi minerari non interesseranno l'intera sezione argillosa e pertanto il basamento argilloso che potrebbe confinare un'eventuale sottostante falda non viene di fatto interamente scavato e garantisce la protezione dell'eventuale acquifero profondo.

Infatti, anche per ciò che concerne la presenza di eventuali falde ancora più profonde si osserva che le stesse sono confinate al di sotto dei banchi argillosi bentonitici laddove gli stessi si presentano con continuità e al contatto tra le formazioni carbonatiche giuresi e il basamento scistoso che si rileva a profondità superiori ai 100 metri. In quest'ultimo caso una funzione di sbarramento intermedia potrebbe essere data dalle argille sottostanti le dolomie e poste immediatamente al di sopra del basamento. La falda profonda che alimenta le sorgenti di trabocco del tacco del Sarcidano è comunque disposta con verso di deflusso in direzione Sud come mostrano gli studi condotti sin dal 1987 nella pubblicazione Lecca-Pala-Serra "Valutazione delle risorse idriche del tacco del Sarcidano" della quale si riporta un estratto nella figura che segue.

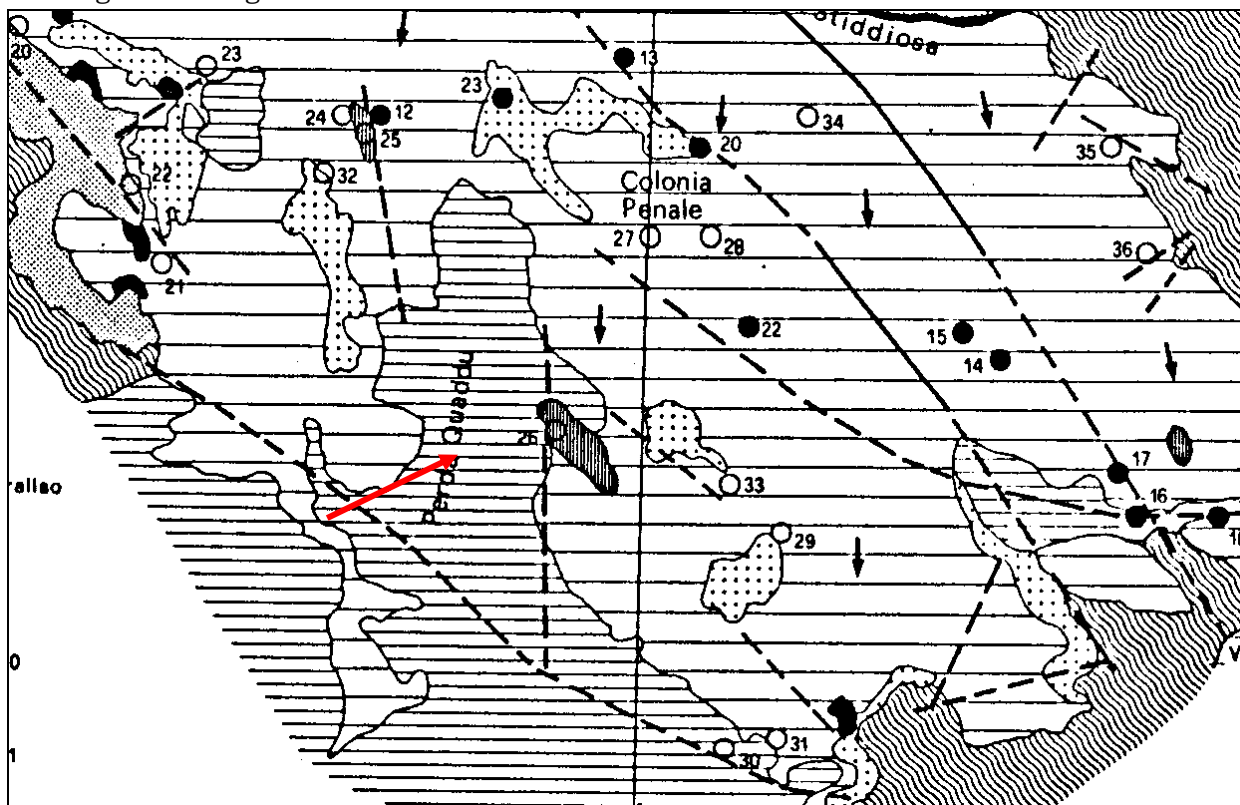


Figura 35: andamento dell'asse di deflusso sotterraneo del complesso del tacco ubicato immediatamente a nord dell'area industriale

Le sorgenti del settore sono legate alle fratturazioni del complesso carbonatico o al contatto stratigrafico. L'unica sorgente di interesse è posta a NE dell'area industriale ma non ha alcuna relazione con l'area in questione (Funtana Isidoriu).

Gran parte dell'acqua che circola nelle dolomie giuresi si infila sotto la formazione calcareo arenacea conglomeratica miocenica e riemerge in corrispondenza delle variazioni di permeabilità della stessa serie o scorre sui tufi oligocenici (e sulle bentoniti) o sulle metamorfiti paleozoiche. Questo tipo di circolazione si innesta ad alti livelli creando un flusso non profondo; laddove manca però la copertura argillosa o in corrispondenza dei termini conglomeratici sottostanti le dolomie è possibile che le acque meteoriche diano luogo, per infiltrazione verticale, ad una circolazione profonda che segue le linee del sottostante limite impermeabile scistoso.

La circolazione profonda nel settore dei tacchi è comunque particolarmente condizionata anche dalla struttura tettonica del settore. Le faglie hanno infatti una importante funzione di sbarramento e condizionano la direzione di deflusso sotterranea.

Di seguito si riportano alcune indicazioni relative alle portate storiche di alcune sorgenti del tacco del Sarcidano poste qualche km a Nord dell'area di intervento ma senza che vi sia alcuna relazione specifica tra le due aree in termini idrogeologici.

- Funtana Suergiu (Isili) con portata di 7 l/s
- Funtana 'e Figu (Isili) con portata di 16 l/s
- Rio Valzanella (Isili) con portata di 9 l/s
- Funtana de Onadi (Isili) con portata di 4 l/s
- Funtana Isidoriu (Isili) con portata di 9.00 l/s

In relazione alle falde profonde sono state effettuate alcune ricerche finalizzate a reperire ulteriore materiale utile per la ricostruzione del modello idrogeologico. Per la raccolta di dati idrogeologici sono stati consultati dati reperibili sia da pubblicazioni del settore e sia ricerche svolte presso enti pubblici nonché con rilievi diretti in campo. Per il settore in questione non sono reperibili particolari dati storici rispetto a quelli sinora citati.

Il primo catasto delle acque sotterranee in Sardegna fu realizzato negli anni 1931-32 dalla sezione di Cagliari del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici.

Furono censite tutte le sorgenti con portata superiore o uguale a 0,10 litri/s; le stesse furono riportate su una carta in scala 1:250.000.

I risultati delle ricerche, corredati da elenchi e da fotografie delle sorgenti principali, figurano nel volume *Le Sorgenti Italiane Sardegna* curato da Manfredi [1934]. Negli anni 1955-56 fu redatta dal Prof. Vardabasso, dell'Istituto di Geologia dell'Università di Cagliari, una Carta delle Permeabilità della Sardegna, per conto della CASMEZ, a cura dell'Assessorato all'Agricoltura della Regione Sardegna. In questa carta, in scala 1:250.000, risultavano indicate le sorgenti con portata uguale o superiore a 0,5 litri/s, e una distinzione delle diverse formazioni sulla base delle caratteristiche di permeabilità. Successivamente intorno agli anni 80 è stato realizzato un ulteriore studio delle risorse idriche sotterranee dal Prof. A. Pietracaprina, per conto della CASMEZ.

Lo studio, fondamentalmente impostato sul censimento delle captazioni, fu concretizzato in numerosi volumi e atlanti cartografici (Carte IGM 1:25.000) contenenti descrizioni e dati di pozzi e sorgenti. A parte gli studi citati, ai fini della ricerca, ci si può rifare ufficialmente solo ed esclusivamente ai dati reperibili presso gli enti pubblici e in particolare, solo dopo l'emanazione del Decreto Ass.le n. 676/96, ai Servizi del Genio Civile che hanno potuto acquisire una documentazione adeguata sulle ricerche e sulle utilizzazioni idriche.

E' stato consultato il database dell'ex Servizio Geologico d'Italia (attuale ISPRA) al fine di verificare le perforazioni profonde eseguite nell'area per scopi idrici.

Da tale analisi emerge che nell'area di intervento e in prossimità della medesima non sono censiti pozzi profondi. Nella vasta area e prossima a quella di intervento sono infatti assenti i pozzi che hanno raggiunto la profondità maggiore di 30 metri e quindi denunciati all'ISPRA.

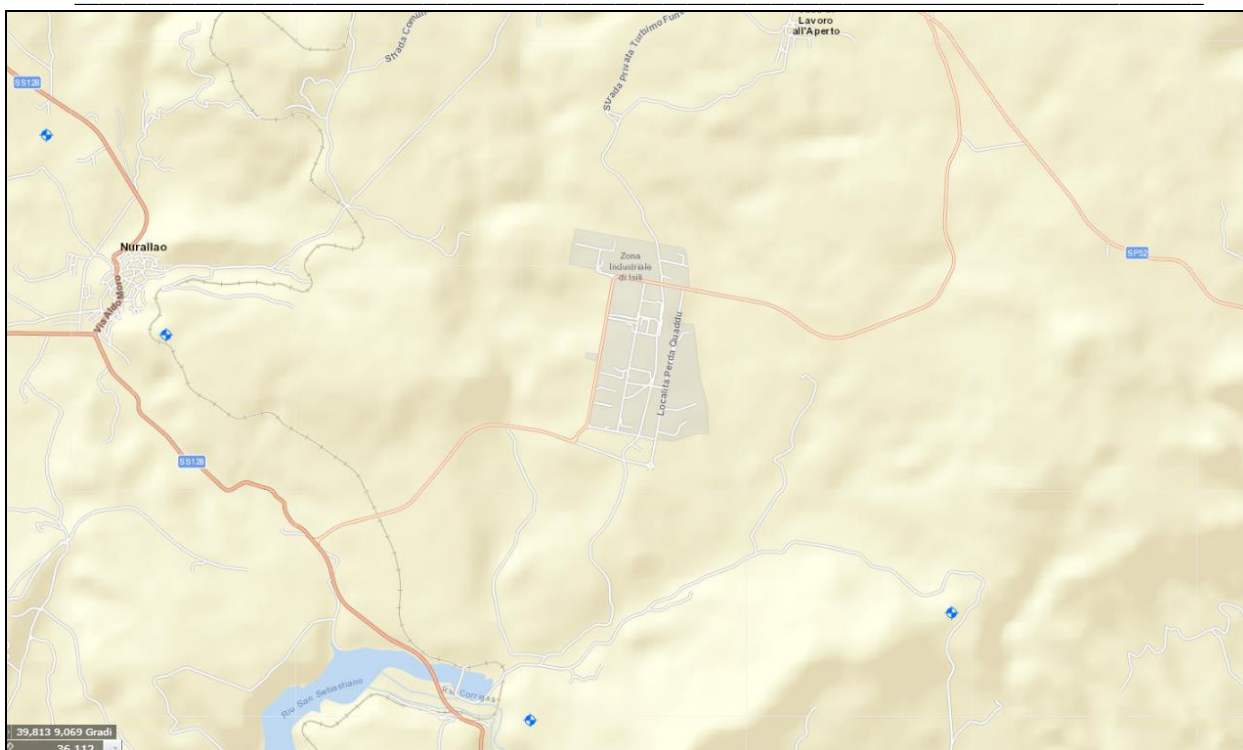


Figura 36: database ISPRA legge 464/84

In definitiva si osserva che non si rilevano interferenze di tipo idrogeologico tra le opere proposte e l'assetto idrogeologico locale. Tutte le indagini eseguite nonché quelle reperite da fonti o da lavori svolti dal coordinatore della VAS in numerosi progetti relativi all'edificazione delle aziende evidenziano la presenza di una falda sub superficiale in genere unicamente nel settore Nord -Est ed Est della zona industriale, in genere laddove le argilliti sono sottostanti a spessori metrici dei conglomerati della formazione di Ussana che quindi si satura consentendo il raggiungimento del livello statico a circa 1,50 metri dal p.c.

Nell'area di intervento, a seguito dello scavo si esclude qualsiasi interferenza di natura idrogeologica.

Caratteristiche chimico/fisiche delle acque superficiali e sotterranee

La mancanza di sorgenti puntuali inquinanti nel settore in assenza di analisi specifiche di dettaglio, e i dati scaturiti dal Piano Acque e dal Piano di Gestione del Distretto Idrografico consentono di definire con sufficiente sicurezza un buono stato di qualità delle acque superficiali e sotterranee. Non si rilevano pertanto situazione che nell'immediato intorno dell'area di scavo possano comunque determinare impatti per rilascio di sostanze inquinanti o metalli pesanti. Considerata la natura geologica dell'area, si suppone che le acque superficiali siano comunque a pH prevalentemente oscillante intorno al campo leggermente acido. A seguito delle precipitazioni, si esclude pertanto a priori la presenza di metalli pesanti anche nell'area di scavo, per effetto della natura del materiale estratto e per le condizioni di lavorazione previste che non comportano trattamenti mineralurgici.

Per i corsi d'acqua primari e secondari provenienti dal settore in argomento non sono quindi segnalate criticità o alterazioni morfologiche, dovuti all'azoto, ossigenazione, fosforo, salinità etc. Il monitoraggio relativo alle acque superficiali effettuato nell'ambito nel Piano di

Le tabelle che seguono riportano le sostanze della tabella 1/B del D.M. 260/2010 monitorate per la valutazione dello stato ecologico.

monitoraggio	autMonitoringSiteCode	CAS-sostanza	Anni in cui la sostanza è monitorata							Frequenza campionamenti singola sostanza nell'arco dell'anno di monitoraggio					STATO INQUINANTI SPECIFICI	SOSTANZE RILEVATE	SOSTANZE SQA-MA
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	Totale anni di monitoraggio	FREQ.CAMP.ANN.2016	FREQ.CAMP.ANN.2017	FREQ.CAMP.ANN.2018	FREQ.CAMP.ANN.2019	FREQ.CAMP.ANN.2020			
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_1113-02-6 - Omethoate	1						1	2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_298-00-9 - Parathion-methyl	1						1	2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_56-38-2 - Parathion	1						1	2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7440-38-2 - Arsenic and its compounds	1						2	3				3			
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7440-47-3 - Chromium and its compounds	1						2	3				3			
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7440-50-8 - Copper and its compounds							0								
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7440-66-6 - Zinc and its compounds							0								
Tot. Sost. monit. per anno e N° camp. per anno	ITG-0001-CF000101-ST01		5				2		2	3				3	ELEVATO		

Figura 40: Stato ecologico - monitoraggio e classificazione inquinanti specifici Flumini Mannu

Le tabelle che seguono riportano il dettaglio delle sostanze prioritarie (tabella 1/a D.M. 260/2010) monitorate per ogni corpo idrico e la relativa classificazione

			Anni in cui la sostanza è monitorata						Frequenza campionamenti singola sostanza nell'arco dell'anno di monitoraggio												
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	Totale anni di monitoraggio	2016	2017	2018	2019	2020	2021	STATO CHIMICO	SOST-SQA-MA	SOST-SQA-CMA			
tipo monitoraggio	stazione	casWFD																			
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_120-12-7 - Anthracene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_191-24-2 - Benzo(g,h,i)perylene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_193-39-5 - Indeno(1,2,3-cd)pyrene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_205-99-2 - Benzo(b)fluoranthene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_206-44-0 - Fluoranthene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_207-08-9 - Benzo(k)fluoranthene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_50-32-8 - Benzo(a)pyrene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_91-20-3 - Naphthalene					1	1						2							
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7439-92-1 - Lead and its compounds	1	1	1	1	1	5	11	12	10	7	9								
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7439-97-6 - Mercury and its compounds	1	1	1	1	1	5	11	12	10	7	9								
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7440-02-0 - Nickel and its compounds	1	1	1	1	1	5	11	12	10	7	9								
S	ITG-0001-CF000101-ST01	CAS_7440-43-9 - Cadmium and its compounds	1	1	1	1	1	5	11	12	10	7	9								
Totale	ITG-0001-CF000101-ST01		4	4	4	4	4	20	4	11	12	7	9			BUONO					

Figura 41: monitoraggio e classificazione per lo stato chimico

La classificazione finale del corpo idrico è la seguente:

CORPO IDRICO che classifica	ID_Cl_WFD	Classe di rischio 2021	STATO ECOLOGICO (espresso in numeri: Elevato=1 Buono=2 Sufficiente.=3 Scarso=4 Cattivo=5)	STATO CHIMICO (espresso in numeri: Buono=2 Mancato raggiungimento di un buono stato=3 'U' = Stato sconosciuto)	TIPO GIUDIZIO
ITG-0001-CF000101	ITG-0001-CF000101	NON A R	2	2	diretto

Figura 42: classificazione corpo idrico

Nella seguente figura vengono evidenziati inoltre gli scostamenti dei valori IQM e della Classe di qualità morfologica media rispetto alla precedente fase di monitoraggio.

Codice Tratto	Data SCHEDA	Lunghezza tratto (m)	Corpo idrico	CLASSE Confinamento	CLASSE QUALITA' MORFOLOGICA MEDIA (SESSENNIO 2010-2015)	CLASSE QUALITA' MORFOLOGICA MEDIA (SESSENNIO 2016-2021)	CLASSE QUALITA' MORFOLOGICA MEDIA PESATO (SESSENNIO 2016-2021)
0001_CF_000101_ST01	08/04/2021	16.108,6	Flumini Mannu	C	Buono	Buono	

Figura 43: classificazione qualità morfologica

Dall'analisi dei medesimi emerge un quadro nel complesso buono che comunque può essere ritenuto di riferimento per l'area vasta di alimentazione. Si evidenzia che comunque in tale punto di monitoraggio convergono le acque sia del punto di intervento (localizzato nel tratto di monte e ad una distanza di circa 2.5 Km dal punto del monitoraggio) ma anche quelle del Rio Su Salixi tramite i diversi affluenti del Rio Bau e Carru (che riceve le acque del settore Est della zona industriale) e quelle del Rio Congiaduredda che riceve le acque delle aree minerarie dismesse poste a Punta Su Corongiu-Cugumadda, presso il limite territoriale tra Isili e Villanovatulo.

Il corpo idrico in oggetto è stato interessato anche dalla valutazione dell'indice IARI. Sulla base dell'analisi delle pressioni insistenti direttamente sul corpo idrico interessato e sul reticolo idrografico affluente è stato valutato l'indice IARI ELEVATO

ID_CORPO FLUVIALE	DENOMINAZIONE	IARI
0001-CF000101	Flumini Mannu	ELEVATO

Figura 44: Indice IARI calcolato nel PGDI

La valutazione dello Stato Morfologico (IQM) messo in relazione con la valutazione dello stato di alterazione idrologico (IARI) consente di identificare la classe di Stato Idromorfologico secondo lo schema di cui D.M 260/10, attuativo della direttiva 2000/60/CE, che regola i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali".

		STATO MORFOLOGICO	
		ELEVATO	NON ELEVATO
STATO IDROLOGICO	ELEVATO	ELEVATO	NON ELEVATO
	BUONO	ELEVATO	NON ELEVATO
	NON BUONO	NON ELEVATO	NON ELEVATO

Di seguito i risultati dell'attività di valutazione degli aspetti idromorfologici riepilogati, per tipologia di monitoraggio (sorveglianza e operativo):

Codice Tratto	Lunghezza tratto (m)	Corpo idrico	CLASSE Confin.	CLASSE QUALITA' MORFOLOGICA - IQM - (SESSENNIO 2016-2021)	CLASSE QUALITA' MORFOLOGICA TRATTI MEDIA "PESATA" (SESSENNIO 2016-2021)	CLASSE ALTERAZIONE IDROLOGICA - IARI - (SESSENNIO 2016-2021)	QUALITA' IDROMORFOLOGICA - (SESSENNIO 2016-2021)
0001_CF_000101_ST01	16109	Flumini Mannu	C	Elevato		ELEVATO	ELEVATO

Figura 45: Risultanze aspetti idromorfologici

Per ciò che concerne l'analisi di rischio dell'acquifero dei carbonati mesozoici è ugualmente evidente che non si segnala alcuna criticità e l'acquifero è classificato non a rischio.

Non sono quindi centri di pericolo di carattere areale nell'area della Concessione Mineraria.

Si può quindi supporre al momento che all'interno della futura miniera, fermo restando la non intercettazione di acquiferi, si rileva che all'interno del complesso idrogeologico

sotterraneo possa risentirsi dell'azione di diversi processi che sono responsabili della evoluzione chimica di eventuali acque circolanti.

Per ciò che concerne le risorse idriche sotterranee non si hanno particolari dati di monitoraggio.

Utilizzo delle risorse idriche

Per ciò che concerne il fabbisogno idrico per uso civile, i dati al momento disponibili sino a qualche anno fa rivelano attualmente una portata media di circa 17,7 l/s. pari a circa 1530 mc/g con perdite stimate in circa il 30% il valore di consumo è stimabile, per un numero di residenti di circa 3000 in 1036 mc/g. Il valore annuo è quindi pari a circa 558.450 mc/anno.

Dall'analisi del Nuovo Piano regionale degli Acquedotti si osserva che il fabbisogno idrico per uso civile è stimato con orizzonti temporali diversi sino al 1941. La stima della popolazione è però al momento non concorde con quella attualmente riscontrata, fatto che naturalmente incide sui valori indicati. I consumi previsti nel Piano Regionale Acquedotti sono comunque inferiori a quelli reali. In ogni caso si osserva che il prelievo è comunque tale da non determinare interazioni sensibili con l'assetto idrogeologico locale in quanto nell'acquifero del Tacco (che interessa anche i Comuni di Laconi, Nurallao, Villanovatulo) sono presenti numerose sorgenti che presentano portate cospicue in confronto a quelle prelevate nel sistema acquedottistico di Isili che vanta comunque una dotazione utile (oltre 30 l/s) di gran lunga superiore a quella consumata. Di seguito, a titolo informativo, si riportano alcune indicazioni sulle portate di alcune sorgenti esistenti sul tacco e localizzate nei territori limitrofi.

- Funtana Ruina de Ponti (Villanovatulo) con una portata di 20 l/s
- Funtana Lobadas (Villanovatulo) con una portata di 3 l/s
- Funtana Maore (Laconi) con portata di 1 l/s
- Funtana Cubeddu (Laconi) con portata di 3 l/s
- Funtana Perda Tonara (Laconi) con portata di 5 l/s
- Funtana Suergiu (Laconi) con portata di 15 l/s
- Funtana Cuili Padente (Laconi) con portata di 2 l/s
- Funtana de Su Lau (Laconi) con portata di 3 l/s
- Borgo Pirastera 1 (Laconi) con portata di 3 l/s
- Borgo Pirastera 2 (Laconi) con portata di 3 l/s
- Funtana Madau (Laconi) con portata di 8 l/s
- Sinnesizzi bassa (Laconi) con portata di 5 l/s
- Funtana Fraccioni (Nurallao)
- Funtana Is Arinus (Nurallao) – portata congiunta con la precedente di 16 l/s

Di seguito, anche se i dati sono comunque di fatto in parte obsoleti, si riporta la scheda esemplificativa del fabbisogno tratta dal NPRGA per il comune di Isili.

PIANO REGOLATORE GENERALE DEGLI ACQUEDOTTI PER LA SARDEGNA - REVISIONE 2006

ALLEGATO 4 - Previsione dei fabbisogni idropotabili

Comune di Isili - Provincia di CAGLIARI (ISTAT 91034)

ANNI	1991		1996		2001		2006	
	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g
CAPOL.	3.219	583	3.311	618	3.429	658	3.526	696
+ 10000	0	0	0	0	0	0	0	0
+ 5000	0	0	0	0	0	0	0	0
- 5000	8	1	8	1	8	2	9	2
CASE SP.	14	2	15	2	15	2	15	2
TOTALI	3.241	587	3.334	622	3.452	662	3.550	700

DETTAGLIO RESIDENTI		
LOCALITA'	1991	2041
Casa di Lavoro allaperta	8	10
cs	14	17
Isili	3.219	3.932
TOTALE	3.241	3.959

ANNI	2011		2016		2021		2026	
	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g
CAPOL.	3.593	728	3.645	759	3.705	791	3.763	824
+ 10000	0	0	0	0	0	0	0	0
+ 5000	0	0	0	0	0	0	0	0
- 5000	9	2	9	2	9	2	9	2
CASE SP.	16	3	16	3	16	3	17	3
TOTALI	3.618	733	3.670	763	3.730	796	3.789	829

VOLUMI X TURISTI 2041		
LOCALITA'	FLUTT.	mc/g
Isili	1.202	552
TOTALE	1.202	552

ANNI	2031		2036		2041	
	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g	abitanti	mc/g
CAPOL.	3.817	856	3.871	889	3.932	924
+ 10000	0	0	0	0	0	0
+ 5000	0	0	0	0	0	0
- 5000	9	2	10	2	10	2
CASE SP.	17	3	17	3	17	3
TOTALI	3.843	861	3.898	895	3.959	930

Di seguito si riportano i dati relativi agli indici di criticità del servizio:

SCHEDA INDICATIVA SITUAZIONE IDRICA													
Comune di		Isili			Provincia		CAGLIARI				Istat		91034
Anno	Popolazione (n° Abitanti)		Dotazione (l/Ab*di)	Fabbisogno max consumo		Capacità accumulo richiesta (mc)	Disponibilità				Disponibilità effettiva (mc/di)	Capacità accumulo effettiva (mc)	
				(mc/di)	l.p. (l/s)		Al serbatoio		All'utenza				
									Coeff. Eff. Rete				
							(l/s)	C.R.	(l/s)				
AI 2001	Res. Capol.	3429	287	984	11.39	1575							
	Res.>10000												
	Res.>5000												
	Res.<5000	8	287	2	0.03	100							
	Case sparse	15	233	3	0.04								
	Stagionale	615	460	283	3.27								
Totali				1273	14.73	1675		6.01	0.90	5.41	467	1700	
AI 2041	Res. Capol.	3932	350	1376	15.93	1883							
	Res.>10000												
	Res.>5000												
	Res.<5000	10	350	4	0.04	100							
	Case sparse	17	300	5	0.06								
	Stagionale	1202	460	553	6.40								
Totali				1938	22.43	1983							
							2001 rispetto a 2001	2001 rispetto a 2041					
IA =	Indice Approvvigionamento Idrico = $\frac{\text{Disponibilità al Serbatoio (l/s)}}{\text{Fabbisogno (l/s)}}$						=	0.41	0.27				
IS =	Indice Capacità Accumulo = $\frac{\text{Capacità effettiva (l/s)}}{\text{Capacità richiesta (l/s)}}$						=	1.01	0.86				
IU =	Indice Utilizzazione in Rete = $\frac{\text{Disponibilità all'Utenza (l/s)}}{\text{Fabbisogno l.p. (l/s)}}$						=	0.40	0.27				

Per ciò che concerne la qualità delle acque è già stato osservato che la qualità delle acque sorgentizie è comunque nel complesso buona e necessita unicamente di trattamenti di disinfezione.

Per ciò che concerne i fattori di pressione viene segnalata anche la presenza di una discarica dimessa in località Pardu. Su tale discarica, come già precisato nella presente, è stato comunque eseguito un apposito piano di caratterizzazione.

Per ciò che concerne i carichi da fonti puntuali si osserva che nel territorio di Isili sono presenti n° 4 impianti (efficienza della depurazione 100%) uno dei quali, così come già accennato sarà a breve dimesso. Il collettamento di tutti i reflui avviene verso il depuratore consortile sito in agro di Gergei. Tutta la popolazione è servita dalla rete di depurazione.

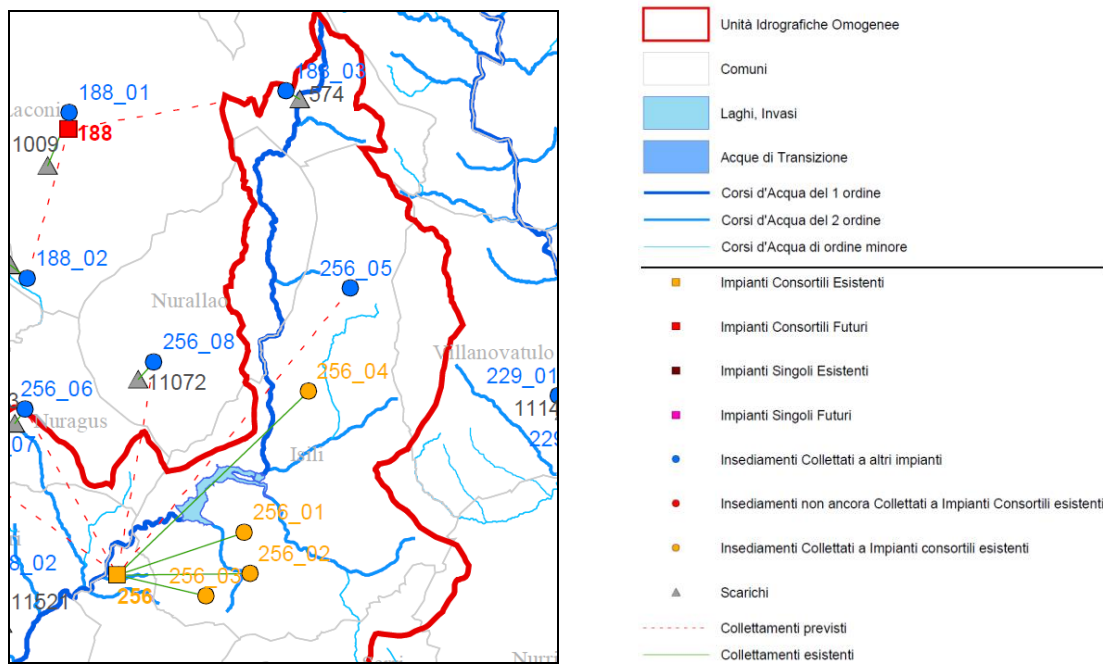


Figura 46: Impianti di depurazione

Nel complesso dalla trattazione eseguita emerge che il carico potenziale organico, lo stato ambientale ed ecologico delle acque superficiali è nel complesso nella norma; per il lago di San Sebastiano si rileva invece uno stato di eutrofia; per le acque sotterranee nonostante la vulnerabilità elevata dell'acquifero carbonatico, si rileva che lo stato ambientale delle acque è nel complesso nella norma.

A prescindere da ciò si osserva comunque che nel progetto non è previsto l'utilizzo di risorse idriche superficiali in quanto l'attività non comporta lavorazioni di tipo mineralurgico (lavaggi). Non sono inoltre presenti servizi accessori o box. Le acque di dilavamento che vengono accumulate nelle vasche di decantazione e le medesime potranno essere utilizzate anche per attività di depolverizzazione e gestione del verde previa analisi e verifica dei limiti tabellari di cui al D. Lgs. 152/06 a seguito del prelievo mediante motopompe e cisterna su trattrice.

Per ciò che concerne gli scarichi, si osserva che nell'area non è previsto alcun tipo di scarico secondo la normativa vigente.

Stima degli impatti

Impatti in fase di esercizio

Al fine di riassumere i potenziali impatti sull'idrologia superficiale e sotterranea, si consideri che nelle condizioni ex ante dell'ambiente idrico, sulla base dell'analisi idrologica e idraulica eseguita si può definire:

- Assenza di corsi d'acqua all'interno dell'area di scavo della miniera;
- Assenza di falde sub-superficiali potenzialmente intercettabili con gli scavi previsti
- Assenza di manifestazioni sorgentizie nelle aree di scavo previste

L'impatto delle opere sull'ambiente idrico superficiale e sotterraneo sarà pertanto minimo e di natura prevalentemente diretta e indiretta e parzialmente o totalmente reversibile. Potrebbero infatti essere riferibili:

- Potenziale limitata modifica delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque superficiali meteoriche circolanti nei gradoni e nei piazzali con immissione di acque con maggiore carico torbido proveniente dal dilavamento delle frazioni fini; tali acque convergono tuttavia verso vasconi di accumulo
- Fenomeni di dilavamento dei materiali stoccati nei piazzali (tali acque vengono drenate verso i vasconi di accumulo)

Gli impatti sulle modificazioni chimico – fisiche delle acque non risultano significativi e comunque potrebbe trattarsi di aspetti confinati all'interno della miniera.

La modificazione dei parametri fisici delle acque superficiali dovuta alla futura all'attività di miniera si ritiene quindi lieve o impercettibile e legata unicamente alle acque interne superficiali della miniera che ruscellano verso l'esterno della miniera per poi decantare ed essere utilizzate per attività di depolverizzazione. Dai vasconi quindi, previa caratterizzazione periodica, saranno comunque direttamente prelevate ed utilizzate mediante motopompa e cisterna su trattoria. Ai fini della depolverizzazione, le acque saranno immesse in maniera graduale in modo da evitare ruscellamenti concentrati e fenomeni di dilavamento del suolo. Il sistema di circolazione all'interno dell'area degli scavi è riportato nelle tavole di progetto.

Al di fuori, come evidenziato nello studio già eseguito, non si rilevano, per effetto della capacità tamponante del sistema, impatti o modificazione della composizione chimica delle acque superficiali.

Anche per ciò che concerne la deposizione di polveri direttamente sull'ambiente idrico, si osserva che l'impatto può essere definito trascurabile e reversibile.

La modifica delle falde profonde è comunque trascurabile per effetto dell'isolamento delle stesse da parte dei livelli impermeabili di coltivazione.

Impatti in fase finale e di recupero ambientale e di dismissione del cantiere

Le opere previste in progetto sono ipotizzate con obiettivi di durabilità fermo restando l'obbligo di eseguire manutenzioni ordinarie e straordinarie comuni ad altri settori esterni all'area di miniera anche dopo la dismissione della stessa.

Gli impatti collegati alla fase di dismissione sono gli stessi descritti per la fase di esercizio con costante diminuzione degli stessi a seguito dell'attuazione dei ripristini. In ogni caso si osserva che al termine delle attività le acque meteoriche saranno drenate in direzione Ovest verso gli affluenti del Flumini Mannu; non sarà quindi apportata alcuna variazione idrografica con immissione di acque in bacini differenti.

In conclusione, dall'analisi della componente ambientale emerge quindi che la capacità complessiva della componente non sia stata raggiunta né superata. Dall'analisi degli impatti si evince comunque che gli stessi sono di bassa entità in quanto:

- non si ha disponibilità di particolari risorse superficiali e sotterranee all'interno dell'area della miniera
- la capacità di ricostituzione delle risorse idriche superficiali potenzialmente impattabili è rinnovabile

- Le attività previste non incidono in maniera sensibile sulla capacità di carico del sistema idrico superficiale e sotterraneo.
- Nell'area sarà svolto un adeguato controllo delle acque di ruscellamento diffuso prima del raggiungimento delle aree naturali di drenaggio
- Saranno adottate procedure operative e gestionali tali da garantire la tutela dell'ambiente idrico

Al di fuori dell'area mineraria per effetto della capacità tamponante del sistema, non si rileveranno impatti o modificazione della composizione chimica delle acque superficiali.

Gli impatti sono classificabili come transitori e reversibili e con una durata direttamente connessa alla vita delle attività. L'attuazione del recupero ambientale consentirà la ricostituzione globale del settore.

Aspetti qualificanti del progetto in relazione alla tutela delle acque dall'inquinamento

E' indubbio che la circolazione idrica superficiale all'interno della miniera dovrà essere costantemente controllata garantendo il deflusso superficiale controllato delle acque sia esterne all'area e sia interne al cantiere. I gradoni saranno realizzati sempre con un minimo sopralzo e con una cunetta atta a raccogliere le acque superficiali. La contropendenza verso monte della pedata e la sua debole pendenza longitudinale consentirà lo smaltimento verso le aree di recapito (senza che si possano innescare velocità di deflusso atte a determinare ruscellamenti concentrati e solchi erosivi). La rete di drenaggio e raccolta delle acque a seguito della realizzazione dei piazzali e dei gradoni, dovrà essere costantemente adeguata alla prosecuzione e avanzamento degli scavi come indicato precedentemente nella presente trattazione e negli elaborati grafici. Le opere di manutenzione dovranno garantire adeguate condizioni di stabilità delle aree di deflusso. In definitiva si osserva che in corrispondenza dei gradoni la circolazione idrica sarà comunque controllata per effetto del modellamento offerto dagli stessi con una moderata contropendenza verso monte e longitudinale tale da recapitare le acque nei vasconi esistenti a valle della miniera sui quali saranno eventualmente effettuate operazioni di manutenzione straordinaria previa redazione ed approvazione di apposito progetto.

La Deliberazione n. 69/25 del 10/12/2008, definisce le "acque meteoriche di dilavamento/acque di lavaggio delle aree esterne" *le acque meteoriche o di dilavamento di superfici impermeabili scoperte (piazzali, tetti, strade, ecc.) che si rendono disponibili al deflusso superficiale con recapito finale in corpi idrici superficiali, reti fognarie e suolo.* All'art. 22 della medesima norma regionale, si specifica che in attuazione all'art. 113 del TUA, le acque meteoriche sono soggette alle disposizioni solo ed esclusivamente se vi è la possibilità di dilavamento, dalle superfici scoperte, di sostanze inquinanti. In particolare, ai sensi dell'art. 22 comma 3 sono da escludersi *le superfici scolanti da insediamenti per i quali sia documentato che, a seguito di interventi strutturali o procedure gestionali ordinariamente adottate nel corso dello svolgimento delle normali attività, non possono derivare pericoli di contaminazione tali da provocare l'inquinamento delle acque di prima pioggia.*

Per le nuove attività non sussiste pertanto l'obbligo di produrre la richiesta di autorizzazione allo scarico in quanto la stessa non prescinde pertanto dalla qualità delle acque dopo il trattamento ma dalla potenzialità di inquinamento delle acque meteoriche.

Ossia se gli accorgimenti gestionali posti in essere durante le operazioni sono tali da preservare le acque meteoriche dalla possibilità di inquinamento, non è prevista la gestione delle stesse è esente da tale disciplina. Si evidenzia che l'attività prevista, ai sensi e per gli

effetti dell'art. 22 c.3. della DGR 69/25, adotterà opportune procedure gestionali nel corso delle attività tali da non provocare inquinamenti delle acque di dilavamento.

In relazione ai potenziali inquinamenti si evidenzia che dal punto di vista mineralogico la bentonite è un fillosilicato, un minerale argilloso della famiglia delle smectiti, prevalentemente costituito da montmorilloniti. Le smectiti sono un gruppo di minerali altamente rigonfianti, per assorbimento sia di acqua, sia di molecole organiche entro gli strati strutturali, e mostrano notevoli proprietà di scambio cationico. La montmorillonite ha quindi un'elevata predisposizione a rigonfiare.

Quanto sopra è importante per evidenziare che le lavorazioni estrattive interessano un minerale che è classificato come il materiale maggiormente assorbente e depurativo esistente in natura, grazie alla sua capacità di attivazione che lo rende in grado di assorbire pesticidi, erbicidi, sostanze inquinanti etc.

Quanto sopra specificato è già di per sè garanzia della tutela delle acque meteoriche circolanti nel comparto in caso di precipitazione, che di fatto non possono certamente contaminarsi grazie alla presenza di materiali naturali che normalmente vengono utilizzati per combattere gli agenti inquinanti, specie grazie alle loro proprietà di superficie (coagulazione, assorbimento, adsorbimento). Occorre quindi sottolineare che addirittura, anche in caso di sversamento accidentale, si avrebbe a disposizione proprio il minerale che per eccellenza, grazie al suo potere assorbente, sarebbe in grado di confinare qualsiasi potenziale inquinamento e di contenere qualsiasi situazione emergenziale che dovesse manifestarsi. Oltre a ciò, si evidenzia che le normali attività di cantiere non possono determinare pericoli di contaminazione tali da provocare eventuali inquinamenti anche in relazione al fatto che non comportano la produzione, la trasformazione e l'utilizzazione di sostanze inquinanti di cui alle tabelle 3/a e 5 dell'allegato 5 alla parte terza del D. Lgs. 152/2006.

Inoltre, proprio con riferimento alle procedure gestionali ottimali ai fini di evitare potenziali inquinamenti si evidenzia quanto segue.

- I mezzi utilizzati per le attività transitano all'interno dell'area mineraria solo ed esclusivamente in giornate non piovose. Sugli stessi sarà effettuata un'accurata manutenzione ed ispezione giornaliera, prima del loro utilizzo.
- L'eventuale area di stoccaggio dei combustibili, degli oli e di rifornimento di cui ci si dovrà attrezzare, sarà dotata delle vasche di tenuta tali da garantire la tutela del suolo e delle acque in caso di danno ai serbatoi. E' quindi esclusa la possibilità che possano lisciviare sostanze contaminanti grazie al confinamento delle attività esercitate.
- Nell'area mineraria non saranno presenti prodotti e solventi, parti meccaniche, pezzi di ricambio o in generale attrezzature e sostanze pericolose o dalle quali possano derivare potenziali sostanze inquinanti.
- L'Azienda si doterà di un proprio protocollo operativo in caso di sversamento accidentale (ad esempio rottura mezzi d'opera) in linea con le norme specifiche di tutela e bonifica del suolo e delle acque.
- Non sono presenti edifici, strutture, attività potenzialmente inquinanti
- la viabilità di cantiere coincide con le superfici dei gradoni e dei tratti di raccordo tra i medesimi; I mezzi non intercettano mai le acque superficiali che sono esterne al comparto minerario
- Le acque meteoriche e di scorrimento saranno regimate attraverso le normali operazioni di coltivazione

-
- L'accumulo nei vasconi sottostanti l'area mineraria e in cui avranno recapito le acque di scorrimento provenienti dall'area di scavo permetto una decantazione di eventuali materiali grossolani
 - E' prevista la redazione del progetto di monitoraggio che pertanto consentirà di analizzare la qualità delle acque superficiali e sotterranee con svariate analisi chimiche eseguite presso un laboratorio autorizzato e certificato;
 - Gli indicatori di riferimento sono riferiti al monitoraggio chimico fisico delle acque superficiali e sotterranee del settore

Dall'attività non possono pertanto derivare pericoli di contaminazione tali da provocare l'inquinamento delle acque meteoriche di dilavamento, delle acque di prima pioggia e delle matrici ambientali in genere.

Le procedure gestionali che saranno poste in essere nella zona di intervento sono quindi tali da non generare alcuna attività per le quali la normativa imponga la richiesta di autorizzazione allo scarico stante l'esenzione, secondo la disciplina vigente art. 22 c.2 della D.R. 69/25, in presenza di procedure gestionali e strutturali che saranno adottate al fine di evitare qualsiasi potenziale inquinamento.

16 GEOLOGIA

Il presente capitolo è specificatamente dedicato alla descrizione del sottosuolo nonché degli effetti indotti dall'attività in progetto.

Esso si articola nei seguenti paragrafi:

- quadro normativo di riferimento;
- inquadramento geologico, morfologico, tettonico-strutturale e sismico dell'area vasta;
- caratteristiche geologico-morfologiche specifiche del sito
- stima degli impatti
- aspetti qualificanti del progetto in relazione alla mitigazione degli impatti sull'assetto geologico-geomorfologico;

Quadro normativo di riferimento

Il quadro geologico di riferimento è stato redatto in conformità alla recente Normativa tecnica vigente di cui al Decreto 17 Gennaio 2018, "aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (18A00716), GU n.42 del 20-2-2018 - Suppl. Ordinario n. 8" (NTC 2018 emesse ai sensi delle leggi 05.11.1971, n. 1086, e 02.02.1974, n. 64, al Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06.06.2001, n.380, e dell'art. 5 del decreto legge 28.05.2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27.07.2004, n. 186 e ss. mm. ii.) ed alla relativa circolare esplicativa "Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018", recentemente pubblicata sul supplemento ordinario n. 5 alla Gazzetta ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019.

Si è fatto quindi riferimento al punto 6.2.1 secondo il quale la *"relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definiti sulla base di specifiche indagini e prove. In particolare, sempre secondo il punto 6.2.1 delle NTC 2018, la relazione geologica tiene conto dei seguenti aspetti:*

- *Caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetto litostrutturale e stratigrafici, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra i vari corpi geologici;*
- *Caratteristiche geostrutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;*
- *Processi morfo-evolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana, individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento*
- *Caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea risultati dello studio sismo-tettonico (argomento già trattato nel capitolo 15)*
- *Assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismo indotti*

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito è stata eseguita effettuando la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio sulla base delle normative citate. Il modello geologico definito è inoltre elemento di riferimento per l'intero progetto minerario, dall'estrazione alla realizzazione delle opere connesse.

Attraverso l'osservazione diretta, le indagini eseguite durante la fase di ricerca mineraria e sulla base della documentazione disponibile di tipo bibliografico e proveniente da

numerosi lavori eseguiti nel comparto da parte del coordinatore della VAS è stato possibile ricostruire la sequenza litostratigrafica differenziando unità dotate di caratteristiche litologiche, petrografiche e geotecniche/geomeccaniche riconoscibili sul terreno e distinguibili da quelle adiacenti. Si è così pervenuti alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito che sarà direttamente interessato dalle opere in progetto.

In via generale si osserva che in relazione alla definizione degli impatti sul sottosuolo, vi rientrano sia impatti diretti che indiretti. Sono considerati "diretti" quegli impatti che vengono esercitati direttamente sul terreno come ad esempio la destabilizzazione di eventuali versanti, l'insorgere di fenomeni di subsidenza. Sono invece impatti "indiretti" quelli esercitati tramite vettori come acqua ed atmosfera: aumento dell'erosione lineare nei corsi d'acqua a valle per impermeabilizzazione della superficie e conseguente diminuzione dei tempi di corrivazione, aumento del trasporto solido dei corsi idrici per incremento dell'erosione areale ecc. Nell'analisi vanno tenuti in considerazione soprattutto questo secondo tipo di impatti, di cui non è sempre immediata l'individuazione e la caratterizzazione.

Di seguito l'analisi geologica s.l. che consente una rappresentazione ante operam e quindi la definizione dei processi geologici e geomorfologici che hanno determinato lo stato dei luoghi e che di fatto rappresenta la base per la valutazione delle previsioni degli effetti dell'opera su tale contesto e per la scelta degli opportuni indicatori.

Inquadramento, geologico, morfologico tettonico-strutturale e sismico dell'area vasta

Geomorfologia

L'evoluzione geomorfologica della regione è il risultato della combinazione dei processi di natura endogena ed esogena e come tale è quindi influenzata dalla struttura geologica, intesa, sia come caratteristiche mineralogico-petrografiche delle rocce, sia come giacitura e diversa competenza in relazione alla resistenza che esse oppongono agli agenti di modellamento.

La morfologia ricalca pertanto fedelmente la distribuzione areale e i caratteri giaciturali delle formazioni geologiche predominanti rappresentate dal potente complesso carbonatico dolomitico mesozoico e da quello vulcano-clastico terziario.

Il primo complesso geomorfico è rappresentato dalle aree di affioramento dei litotipi calcareo-dolomitici mesozoici del settore settentrionale ed orientale dell'agglomerato industriale. Non si rileva quindi nell'area di intervento se non nel settore Nord verso il Monte Maggiore oppure nel settore Sud verso l'incrocio posto in corrispondenza del vertice E dell'area richiesta in concessione.

Il complesso geomorfico delle dolomie, laddove visibile nel settore indicato si presenta come una superficie strutturale sub-orizzontale (serie del Tacco) in cui le quote degradano leggermente in direzione N-S seguendo l'immersione degli strati.

L'altitudine media è di ca. 540 m. s.l.m. La continuità di questi versanti tabulari del Tacco è interrotta, a tratti, dalla emersione delle testate di bancata di strato che talvolta formano delle scarpate a gradinata di altezza modesta.

I processi geomorfici agenti in tale settore e che determinano il modellamento del rilievo sono comunque prevalentemente riconducibili a fenomeni erosivi di tipo carsico (anche se in fase di evoluzione molto lenta) e subordinatamente a quelli di dilavamento superficiale dovuti al ruscellamento diffuso. Questo complesso geomorfico si presenta abbastanza stabile dal punto di vista della pericolosità geomorfologica sia per le caratteristiche dei litotipi affioranti che per la conformazione del rilievo.



Figura 47: sullo sfondo, forme tabulari associate alle dolomie giuresi

Il secondo complesso geomorfico è rappresentato dalle aree di affioramento della successione sedimentaria vulcano-clastica terziaria ed interessa l'area in argomento.

Tale complesso è quello nel quale di fatto avviene la coltivazione dei livelli bentonitici. In essa prevalgono le forme dolci e arrotondate che danno luogo a delle superfici estese sub-pianeggianti con locali emersioni di banchi rocciosi più resistenti (livelli arenaceo-conglomeratici) in corrispondenza delle piccole rotture di pendio concave.



Figura 48: forme dolci ed arrotondate dei rilievi oligomiocenici

I processi erosivi che agiscono su tale complesso sono comunque prevalentemente riconducibili a fenomeni di dilavamento per effetto delle acque meteoriche. Il ruscellamento superficiale che agisce su terreni poco coerenti e facilmente erodibili determina infatti la formazione di solchi di erosione concentrata nei quali si riversano anche le acque provenienti dai canali di drenaggio della zona industriale.

Si ricordano infine i processi geomorfici di natura antropica riconducibili alle diverse attività di scavo e di riporto e a quelle di costruzione delle opere infrastrutturali connesse all'attività industriale passata ed attuale dove spiccano i modellamenti operati con i riporti.

Tali attività hanno infatti sconvolto totalmente l'assetto idrogeologico e geomorfologico del settore con la creazione di pieni e vuoti legati al movimento di terra.

Per rappresentare ed analizzare le modificazioni antropiche del settore è stata effettuata un'analisi cartografica storica del settore.



Figura 49: situazione topografica locale nell'anno 1966 ca. a sinistra e 1900 ca. a destra

Dall'analisi della cartografia storica emerge che l'infrastrutturazione è comunque avvenuta dopo la redazione della Cartografia d'Italia e quindi con ogni probabilità intorno agli anni 70 (nel 1977 la situazione dei luoghi appare già infrastrutturata) mentre nel 1968 non si rilevano ancora tracce di infrastrutturazione. Sino ad allora il sistema geomorfologico locale appare ben definito e ancora naturale con una morfologia prevalentemente di tipo collinare subpianeggiante e aste di drenaggio ben delineate. L'esame iniziale dell'ortofoto di riferimento della C.T.R. 1:10.000 (1977) e della cartografia I.G.M.I. datata 1992 evidenziano che a partire dagli anni 70 è iniziata una forte infrastrutturazione che ha modificato sostanzialmente le caratteristiche geomorfologiche del sito, in parte anche del settore Nord - Est dell'area richiesta in concessione.



Figura 50: La ciminiera ormai abbattuta che sino a pochi anni fa era il simbolo della zona industriale di Isili

circolanti in maniera diffusa e solo localmente incanalata sulle superfici impermeabili argillose del substrato, ad essere incanalati superficialmente verso le due aste citate.

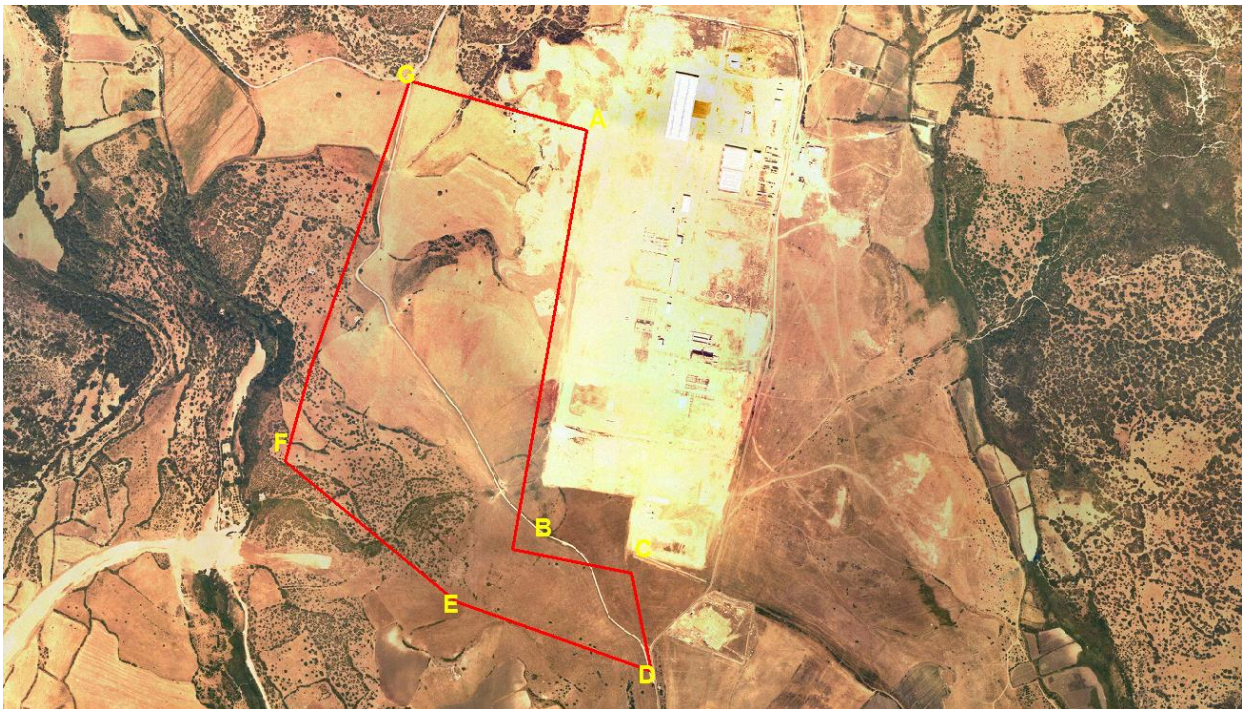


Figura 53: ortofoto dell'anno 1977

Nell'ortofoto dell'anno 1999 è evidente l'abbandono dell'area industriale e sono ben visibili le aree di riporto che erano state interessate dal movimento terra (in giallo nella figura che segue) e aree di scavo per il prelievo di inerti come quella compresa tra i vertici B ed E



Figura 54: ortofoto dell'anno 1999



Figura 55: area di scavo per prelievo inerti tra i vertici B ed E

Dall'analisi delle ortofoto si osserva che il settore ha risentito di una forte infrastrutturazione intorno alla seconda metà degli anni 90 e inizio 2000, anche in funzione delle forti agevolazioni finanziarie che hanno portato numerose imprese ad investire nel settore che si presentava in stato di totale abbandono.

L'ortofoto dell'anno 2003 riporta quindi una situazione di infrastrutturazione del comparto con la costruzione di nuovi capannoni e l'insediamento all'interno dell'area industriale, di numerose attività produttive.



Figura 56: nuovi e vecchi capannoni dei primi anni 2000

All'interno dell'area richiesta in concessione permane tuttavia una situazione immutata fatta eccezione per l'apertura di scavi sul lato prossimo alla linea di congiunzione tra i vertici A e B, dove ebbero inizio le operazioni connesso allo spianamento per la preparazione dei lotti orientali.

Tale situazione appare ancora meglio delineata anche con riferimento all'ortofoto dell'anno 2006 dove le operazioni di spianamento erano nel frattempo proseguite in parte del comparto a Ovest di quello già infrastrutturato.

Sul lato Est della zona industriale prende nel frattempo corpo l'allevamento zootecnico intensivo di suini.



Figura 57: allevamento zootecnico dei suini esistente intorno al 2006.

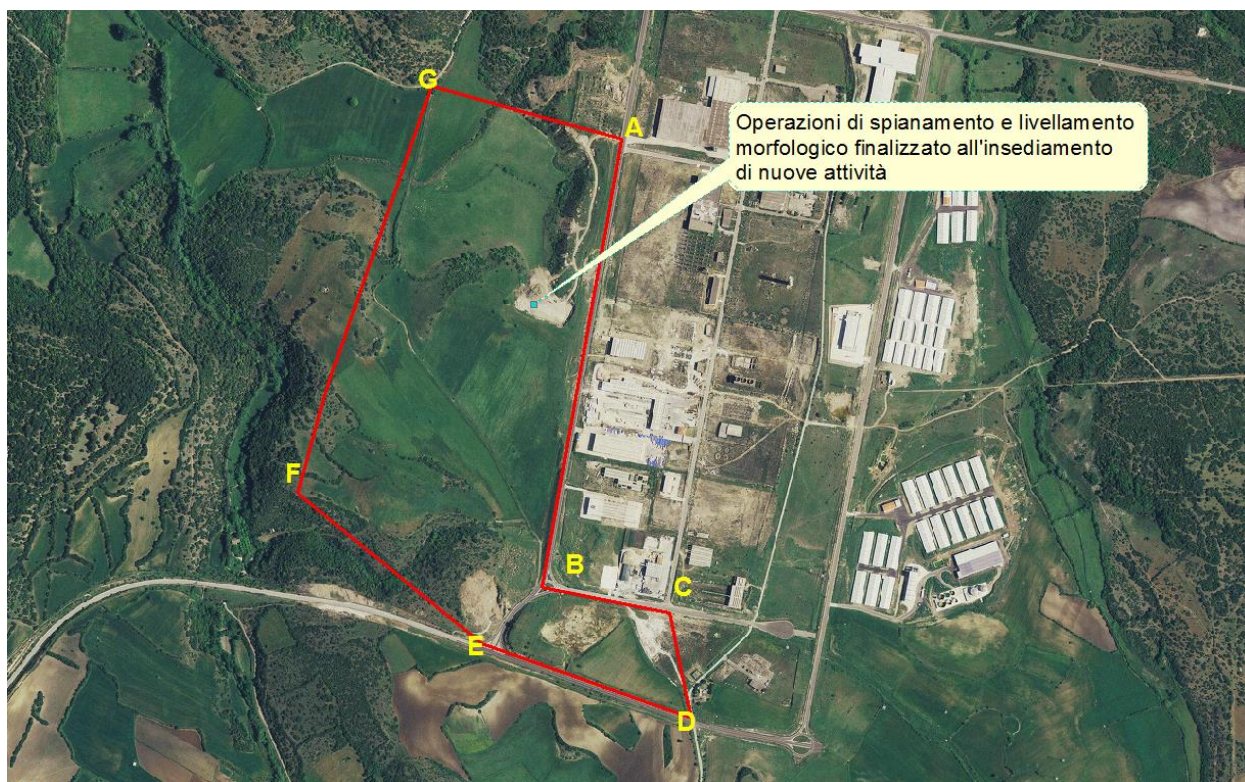


Figura 58:: ortofoto dell'anno 2006

La situazione rimane immutata sino a circa il 2012 – 2013 dove gran parte del settore industriale viene colmato con la posa di pannelli fotovoltaici a terra per la produzione di energia elettrica.



Figura 59: pannelli fotovoltaici installati in aree della zona industriale



Figura 60: ortofoto dell'anno 2013

All'interno dell'area richiesta in concessione mineraria le quote variano altimetricamente in relazione alla presenza di un limite posto a quota di circa 500 m. s.l.m. nella zona centrale dell'area richiesta. Sul lato Nord le quote degradano sino alla quota di circa 475 m. s.l.m. e ugualmente sul lato sud tendono a degradare sino alle medesime quote. Di seguito una serie di profili altimetrici che evidenziano la morfologia dell'area.

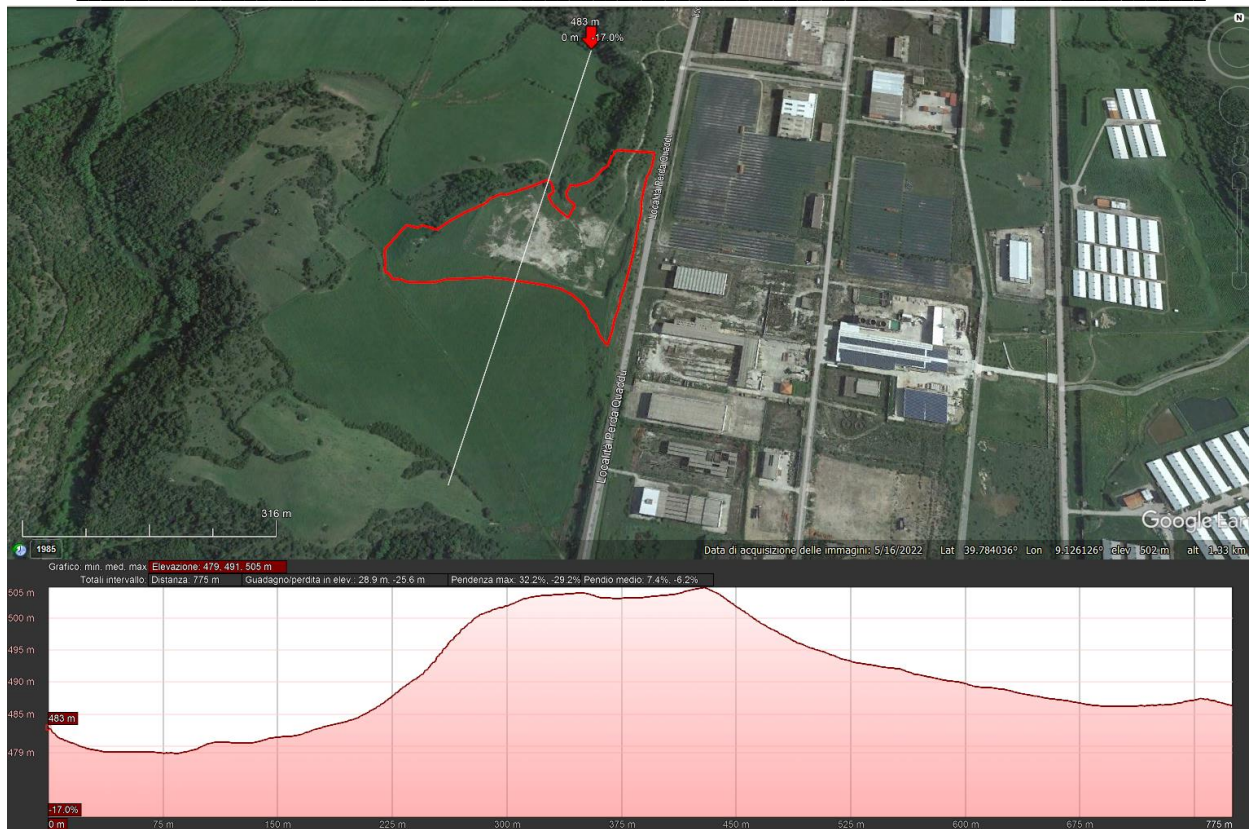


Figura 61: profilo altimetrico passante per l'area di scavo ed orientato NNE-SSW



Figura 62: profilo altimetrico Est-Ovest - le quote degradano ad ovest verso la valle del Flumini Mannu

- Formazione di Dorgali. Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circolitorali, con foraminiferi e alghe calcaree. Dogger-Malm – Sigla DOR
- Formazione Di Ussana. Conglomerati e brecce, grossolani, eterometrici, prevalentemente a spese di basamento cristallino paleozoico, carbonati giurassici, vulcaniti oligomioceniche; livelli argilloso-arenacei rossastri talora prevalenti nella base; sigla USS
- Conglomerato di Duidduru (NLL1) (Formazione Di Nurallao). Conglomerati poligenici eterometrici e sabbie con locali livelli di biocalcareni, talvolta con componente vulcanica. Oligocene Sup. - Burdigaliano?
- Arenarie di Serra Longa (NLL2) (Formazione Di Nurallao). Arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose. Oligocene Sup. - Burdigaliano?
- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE – sigla b2
- Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. Olocene (bna)
- Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. Olocene sigla h1r

Di seguito si riporta uno schema della cartografia geolitologica ufficiale dell'area

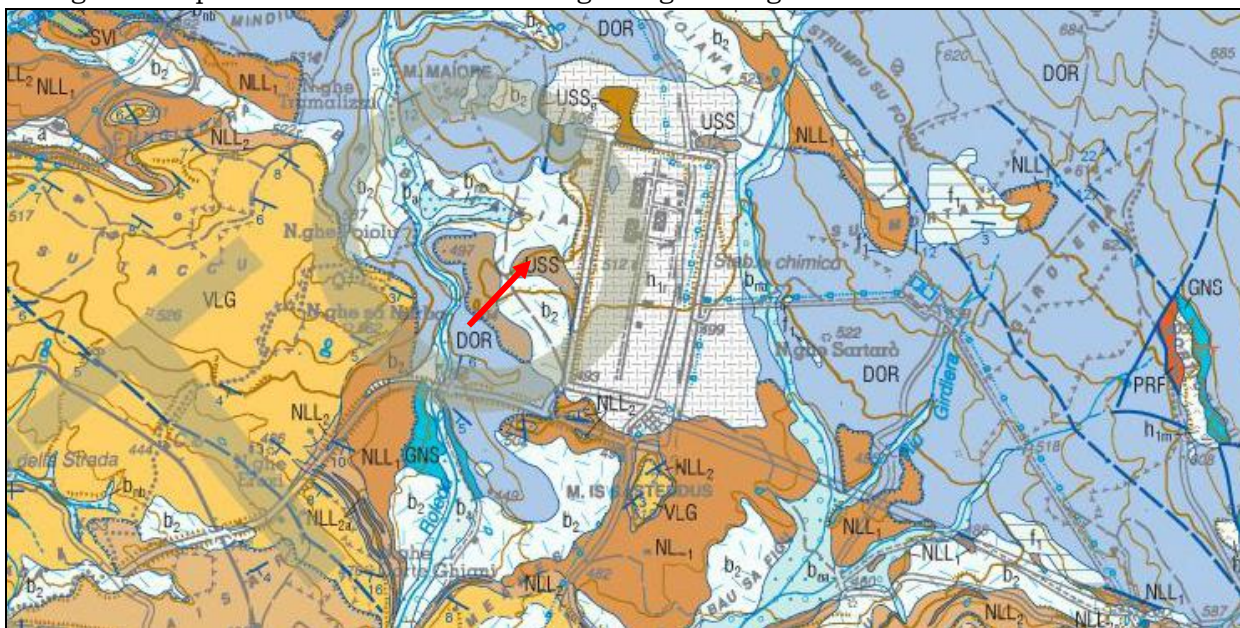


Figura 64: Stralcio della Cartografia geologica ufficiale dell'ISPRA - progetto CARG

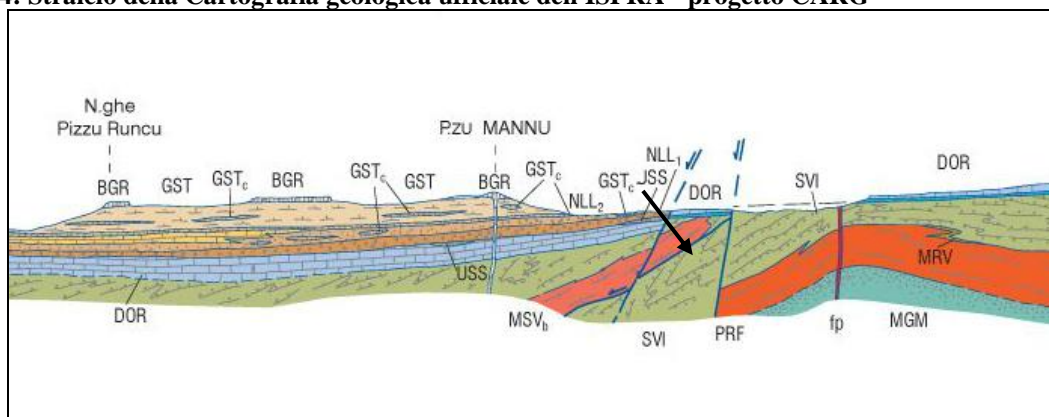


Figura 65: schema stratigrafico del settore

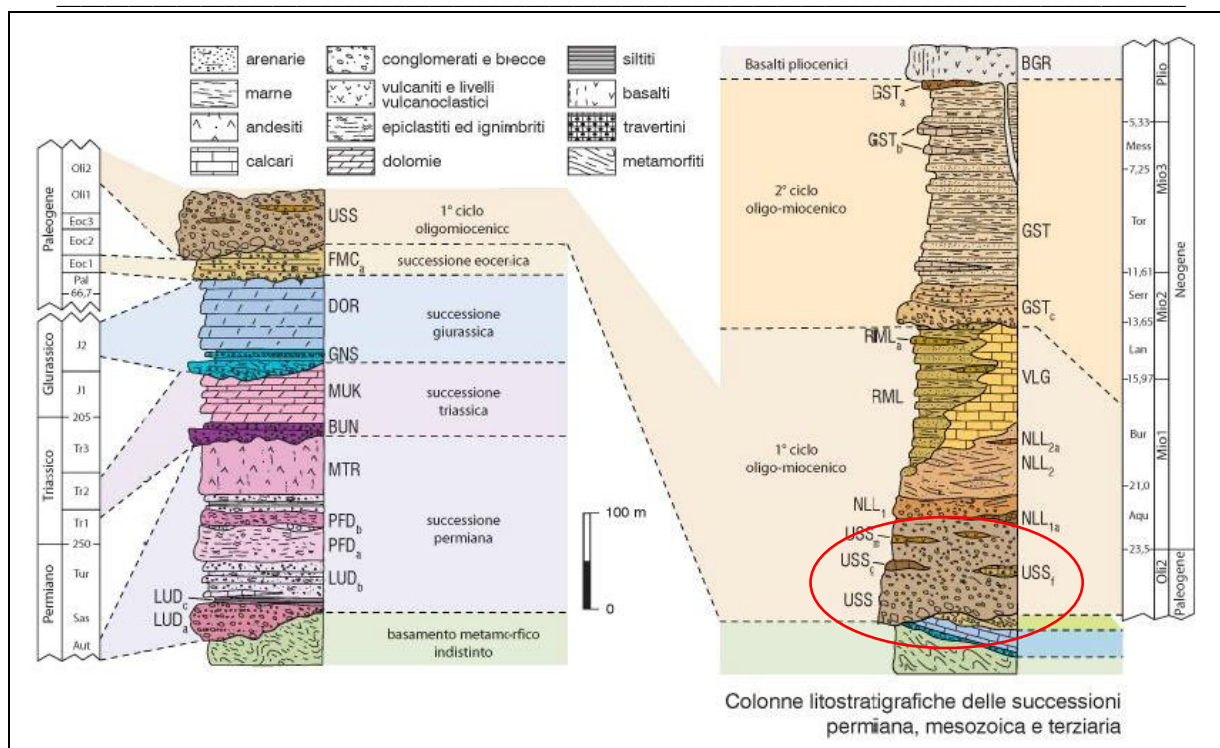


Figura 66: colonna stratigrafica (progetto CARG)

Di seguito la descrizione dei litotipi principali:

Formazione di Dorgali:



Il complesso carbonatico della Formazione affiora localmente nel settore Nord Occidentale dell'area industriale ed è costituito prevalentemente da dolomie, dolomie calcaree, cristalline e microcristalline, talora porose, di colore grigiastro. I litotipi si presentano in genere carsificati e spesso interessati da un sistema di giunti a spaziatura in genere metrica, generalmente subverticali, vuoti o al massimo presentanti un riempimento ad ossidi di ferro depositatosi ad opera delle

acque circolanti. Il profilo di scabrezza dei giunti presenta un andamento a tratti irregolare. Il complesso viene ribassato tettonicamente nell'area industriale di Isili da una serie di faglie dirette alcune delle quali facilmente visualizzabili lungo la strada che dall'Agglomerato Industriale conduce a Villanovatulo.

Nell'ambito del presente progetto si osserva che l'intervento non interesserà tali litologie in quanto le medesime si rinvenivano solitamente al letto delle lenti bentonitiche, così come dimostrano le numerose indagini eseguite nel settore.

Intercalazioni della F. di Ussana - Vulcaniti oligomioceniche (USSe)



All'interno della Formazione di Ussana si rinvencono alcune litofacies rappresentate da vulcaniti oligoceniche. Si tratta di tufiti argillose spesso bentonitizzate ma che sono fortemente alterate e rinvenibili unicamente in determinati settori della Zona industriale. Nel caso in esame tali litologie occupano localmente gli strati sottostanti i conglomerati appartenenti alla medesima formazione. Si tratta dei livelli di interesse minerario, ben evidenti tra l'altro proprio all'interno dell'area richiesta laddove sono state effettuate le operazioni di sbancamento finalizzate alla preparazione dell'area industriale. Le bancate in lenti di spessore metrico sono state intercettate in numerosi pozzetti e nelle numerose indagini svolte nell'area industriale.

Ed è proprio in tali settori, anche a seguito della conoscenza indiretta derivata da coloro che negli anni 70 eseguirono alcune ricerche minerarie prima dell'inserimento della zona industriale, che si intende concentrare l'attenzione. Le argilliti si presentano con tutte le sfumature tipiche che vanno dai litotipi vulcanici (tufi, trachiti), con inclusioni di plagioclasio bentonizzato su una pasta di fondo non risolvibile ad occhio nudo, a rocce tipicamente bentonitiche.

La roccia si presenta spesso in giacimenti massivi di colore variabile ma più frequentemente (grigio, verde, talora nero); talora sono comunque presenti tinte violacee e biancastre nelle quali spicca una pigmentazione nerastra della biotite.



Figura 67: differenti tonalità delle bentoniti della zona industriale

Presentano localmente una buona plasticità, notevole grado di rigonfiamento, grassezza e untuosità; altrove l'aumento della frazione sabbiosa tende a limitare tali caratteristiche e il litotipo assume l'aspetto di una sabbia argillosa e di un'argilla sabbiosa ben cementata.

L'estensione di questi affioramenti non è sempre evidente, si può comunque ipotizzare che i prodotti vulcanici iniettati abbiano subito processi di alterazione bentonitici al di sotto delle litologie oligomioceniche.

Lo spessore della formazione è variabile e raggiunge una potenza massima di 17 metri (dato fornito dalle prospezioni geologiche eseguite negli anni 70 in tutta l'area dell'attuale agglomerato industriale) nella parte più meridionale della successione, nella zona denominata "Bruncu S'Ollastu", anche se la potenza media si aggira generalmente intorno agli 7-8 mt.

Le argilliti, spesso precedute dal conglomerato, sono distribuite in tutta l'area industriale al di sotto dei riporti antropici o dei livelli conglomeratici della Formazione di Ussana.

Formazione di Ussana (USS)



E' rappresentata da conglomerati e brecce, grossolani, eterometrici, prevalentemente a spese di basamento cristallino paleozoico, carbonati giurassici, vulcaniti oligomioceniche e livelli arenacei rossastri talora prevalenti nella base.

I clasti (talvolta anche di grosse dimensioni) si presentano scarsamente arrotondati e a spigoli vivi, tanto che l'accumulo assume localmente l'aspetto di una breccia. I ciottoli e i blocchi sono immersi in una matrice arenacea fine a cemento argilloso.

Lo spessore massimo è valutabile in genere in circa 4-5 metri ma nell'area di intervento gli stessi non sono rilevabili se non in piccolissime lenti.

In genere nelle aree della zona industriale, a seguito di numerosi scavi eseguiti nell'ambito dei progetti di costruzione dei capannoni è stato possibile verificare che presentano uno spessore a volte inferiore e valutabile in circa 1,50 metri.

Al di sotto, come già affermato, si rinvencono in genere i livelli maggiormente argillosi in genere di colore verdastro della medesima formazione ma in facies vulcanica (a cui si è accennato in precedenza) e che saranno appunto oggetto di estrazione.

La cementazione aumenta verso il basso facendo assumere al litotipo una consistenza dura e lapidea e quindi l'aspetto di una roccia compatta.

Localmente nella successione si rinvencono livelli granulometricamente più fini di tipo arenaceo-conglomeratico con intraclasti di natura quarzosa e calcareo-dolomitica, di dimensioni centimetriche e immersi in una matrice arenacea grossolana, di colore rossastro, fortemente alterata dalla presenza di ossidi di ferro.

Anche in questo caso il cemento è di tipo argilloso-bentonitico di colore verdastro.

Tali variazioni sono probabilmente dovute alla variabilità geomorfologica del bacino di sedimentazione (ambiente continentale fluvio-lacustre) e della dimensione degli apporti clastici.

Depositi alluvionali terrazzati, coltri detritico colluviali e depositi antropici

I depositi alluvionali terrazzati (bna) affiorano solo in prossimità dell'alveo del Rio Bau e Carru o in quello del Rio Sarcidano. Maggiormente diffuse appaiono invece le coltri detritico colluviali (b2) che stanno al margine delle principali aree collinari. Tali detriti sono immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. Tutto il settore interno all'area industriale è invece caratterizzato da riporti antropici (h1r).

Di seguito lo stralcio della ricostruzione della cartografia geologica dell'area dalla quale si evince che l'area in argomento è compresa all'interno della Formazione di Ussana che si rileva anche al di sotto di una sottile coltre colluviale.

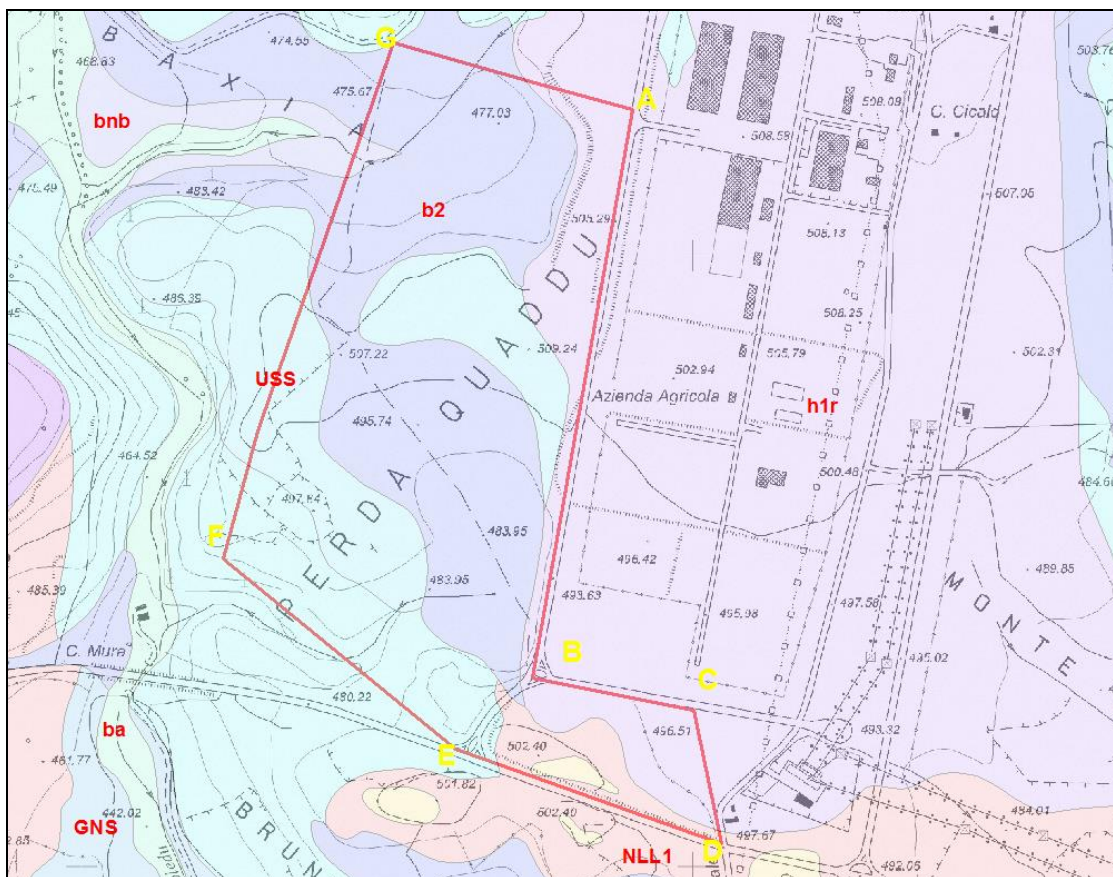


Figura 68: carta geolitologica del comparto in scala 1.10.000

Sulla base delle conoscenze geologiche derivate dai pozzetti geognostici nonché ulteriori indagini eseguite nelle aree limitrofe (progetti di indagine a fini costruttivi dei diversi capannoni della zona industriale o delle opere infrastrutturali connesse), possono essere riscontrati dei passaggi litologici non omogenei e non caratterizzati da particolare continuità.

La successione stratigrafica dei terreni che sono interessati dalle operazioni di estrazione mineraria è rappresentata e dalle argilliti della Formazione di Ussana.

n° POZZ.	prof.	γ (g/cm ³)	W (%)	γ_d (g/cm ³)	G _s (g/cm ³)	S (%)	e	W _L (%)	W _p (%)	I _p	I _g	Φ (°)	c (Kg/cm ²)
1	2.00 m	1,986	12,38	1,74	2,694	60,843	0,548	14,23	13,11	1,12	0	31,47	0,02
2	1.60 m	2,144	23,19	1,647	2,669	99,715	0,621	48,51	21,17	27,34	10,8	9,31	0,52
	2.70 m	2,014	17,34	1,665	2,637	78,297	0,584	26,31	13,84	12,47	0,3	19,72	0,17
3	1.30 m	2,225	31,14	1,532	2,678	111,505	0,748	50,17	20,31	29,86	11,7	8,22	0,47
	2.60 m	2,184	27,28	1,588	2,594	111,741	0,633	30,14	22,87	7,27	0,0	24,28	0,08
5	1.60 m	2,084	14,19	1,788	2,636	78,906	0,474	18,29	15,16	3,13	0,0	21,01	0,21
7	1.50 m	1,896	9,36	1,719	2,671	45,143	0,554	14,19	13,55	0,64	0,0	26,15	0,01
8	2.80 m	2,298	39,66	1,387	2,683	113,814	0,935	36,18	25,14	11,04	0,0	17,67	0,28
9	2.60 m	2,133	12,14	1,874	2,661	76,931	0,420	15,12	10,34	4,78	0,0	25,97	0,05

Figura 70: risultanze indagini geotecniche eseguite nel comparto

Ulteriori elementi provengono dal progetto di variante del Piano Regolatore dell'agglomerato industriale del 1997 (a firma del Dott. Geol. Paolo Pili) dove alcuni sondaggi eseguiti nel settore nord dell'area prevista di scavo si rinvenivano alcuni dati di intercettazione del banco argilloso.

In relazione alle caratteristiche chimiche dei terreni oggetto di scavo sono state eseguite le caratterizzazioni ai sensi del D.P.R. 120/2017 all'interno dell'area di scavo prevista. Non sono stati rilevati superamenti delle CSC e si rimanda alla relazione tecnica sul piano di gestione dei rifiuti di estrazione per le risultanze analitiche.

Indicazioni sulla pericolosità sismica di base e classificazione dei suoli (NTC 2018)

Per una completa descrizione dei terreni in relazione alle caratteristiche sismiche, vengono di seguito riportate alcune considerazioni in merito alla pericolosità e alla classificazione dei terreni di intervento ai sensi delle NTC.

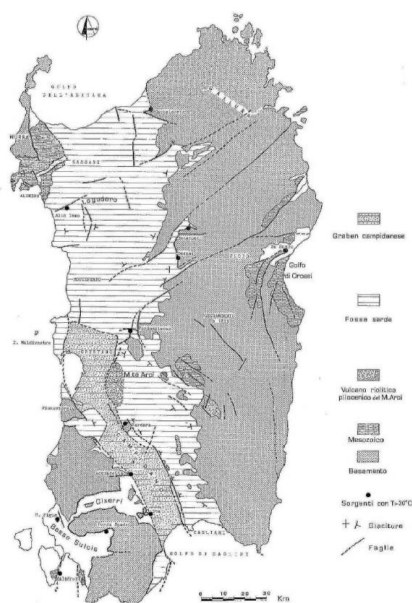
Allo stato attuale la Regione Sardegna non ha effettuato studi sulla microzonazione sismica specifica della Regione Sardegna. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta

Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili

Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2

Zona 4 - E' la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa



Di fatto, sparisce il territorio “non classificato”, e viene introdotta la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l’obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell’azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g). Le novità introdotte con l’ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall’OPCM 3274/03, è stato adottato con l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all’Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio

territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Figura 71: accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)

La Sardegna è considerata da tutti gli studi di settore in particolare dal GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) come un’area caratterizzata da una bassa sismicità.

L’area in studio è localizzata nel settore centro occidentale della Sardegna, all’esterno dell’area ribassata della piana del Campidano, notoriamente conosciuto come un areale particolarmente importante nel quadro dell’evoluzione geodinamica recente della Sardegna e che si estende per circa 100 km condirezione NO–SE dal Golfo di Oristano al Golfo di Cagliari.

Nella parte meridionale essa si sovrappone alla più vasta “fossa tettonica sarda” (“rift oligo–miocenico sardo” Auct.) che attraversa l’isola in senso longitudinale, unendo il Golfo dell’Asinara con quello di Cagliari con una larghezza di circa 40 km. Il centro urbano di Isili ricade all’interno di quest’ultima area. In conformità all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003 con la quale si stabiliscono i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio italiano, l’Isola è classificata come zona 4. Tale tipologia di rischio si può quindi considerare di entità moderata. La RAS ha disciplinato l’argomento unicamente con la Delibera di Giunta Regionale 15/31 del 30/03/2004 “Disposizioni preliminari in attuazione dell’Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003 recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” oggi comunque superata dalle NTC 2018. Infatti, tale Deliberazione sanciva di non introdurre l’obbligo di progettazione antisismica. In realtà la progettazione antisismica è

comunque da ritenere sempre obbligatoria sulla base delle NTC 2018 che comunque precisa che studi sulla risposta locale devono essere sempre avviati ai fini della definizione della classe di appartenenza dei terreni e della definizione della pericolosità sismica di base. Ossia ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale (e quindi anche delle isole), su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.). Di seguito la mappa della classificazione sismica aggiornata al mese di Aprile del 2021 redatta dal Dipartimento di Protezione Civile.

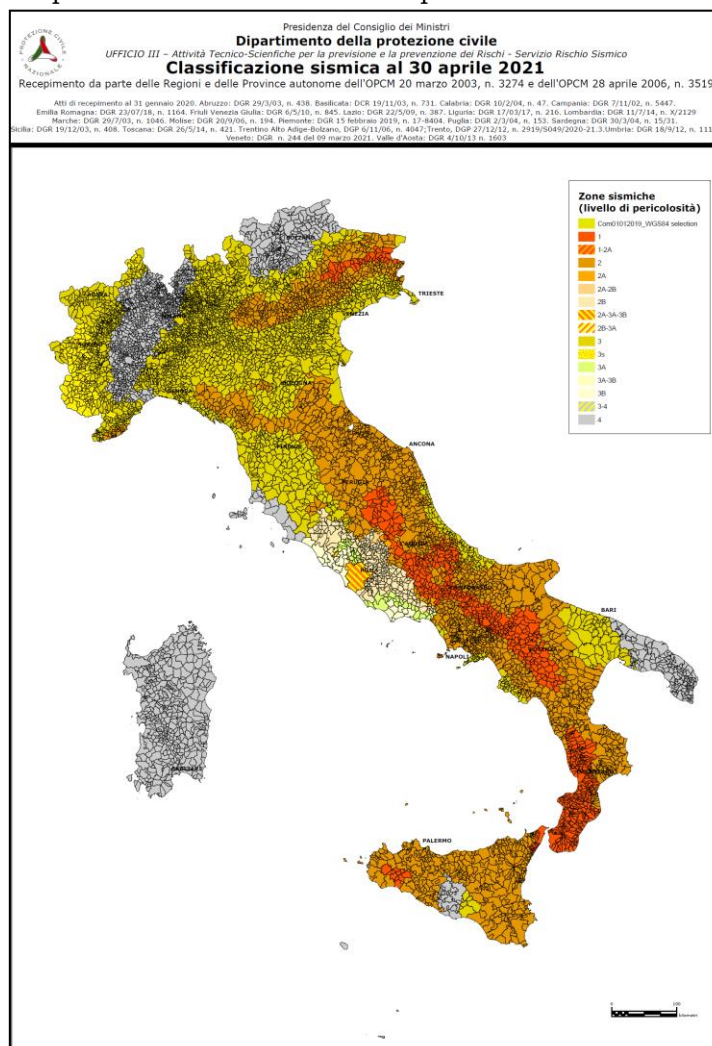


Figura 72: classificazione simica del territorio nazionale

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo

riporta dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima (I_{max}) ≥ 5 o con magnitudo (M_w) ≥ 4.0 d'interesse relativi al territorio italiano.

- DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta un set omogeneo di dati di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima (I_{max}) ≥ 5 avvenuti nel territorio nazionale e in alcuni paesi confinanti.

Sulla base di tali dati si evidenzia che l'area interessata dal progetto presenta una sismicità storica molto bassa. Il catalogo CPTI15 riporta solamente 2 eventi nell'area meridionale della Sardegna uno riferibile al 1616 con magnitudo di $4,91 \pm 0,46$ e uno riferibile al 1771 con magnitudo di $4,43 \pm 0,60$.

In realtà i terremoti più significativi (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania). Si segnala anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a Ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità. Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NQm	lx	Lat	Lon	M
1610	06	04			Sardegna merid.	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1616	06	04	14		Sardegna merid.	MELAL020		10	D	39.131	9.502	4.9
1619	06	24	16		Sardegna merid.	MELAL020	UNK	1	4-5	39.256	9.168	3.9
1771	08	17	13		Sardegna merid.	MELAL020		2	3	39.223	9.121	3.2
1771	08	17	18		Sardegna merid.	MELAL020		7	5	39.213	8.936	4.4
1835	03	06			Sardegna merid.	MELAL020	D	1	3	39.223	9.121	3.2
1838	02	02			Agro sassarese	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1855	06	11			Cagliari	MELAL020	ZD	-	-	-	-	-
1870	06	20	08	22	Ittiri	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1870	07	04	17	45	Nuorese	MELAL020		4	5	40.477	9.383	4.2
1898	12	15			San Vito	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1901	01	18	16	30	Gergei	MELAL020	UNK	7	5	39.699	9.102	4.2
1901	01	18	17		Gergei	MELAL020		1	F	39.654	9.129	3.7
1901	03	22	13		Gergei	MELAL020		1	4-5	39.699	9.102	3.9
1906	04	03	16	20	Sardegna Settentrionale	MELAL020		6	3	41.048	9.599	3.2
1922	07	18	20	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1922	07	18	22	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1924	01	24	02	22	Sardegna Nord. Occ.	MELAL020	NM	-	-	-	-	-
1948	11	13	09	52	Mar di Sardegna	MELAL020		59	5-6	40.941	8.958	4.7
1948	11	13	12	00	Mar di Sardegna	MELAL020		2	F	40.913	9.302	3.7
1948	11	13	12	48	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.903	9.104	3.7
1948	11	13	22	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	3	40.914	8.713	3.2
1948	11	16	21	57	Mar di Sardegna	MELAL020		10	5	40.903	9.104	4.2
1948	11	17	00		Mar di Sardegna	MELAL020		2	3	40.903	9.104	3.2
1948	11	20	01		Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	02	07	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.929	9.065	3.7
1948	11	20	02	15	Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	13	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	15	36	Mar di Sardegna	MELAL020		1	5-6	40.929	9.065	4.4
1948	11	21	21	50	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4

Figura 73: Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1610 al 1948 (estratto da Meletti et al., 2020)

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	N°m	Ix	Lat	Lon	M
1948	12	08	04	30	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	15	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	45	Sassarese	MELAL020		7	5-6	40.931	8.983	4.4
1948	12	08	23	00	Sassarese	MELAL020		3	3	40.944	9.009	3.2
1948	12	29	21	45	Mar di Sardegna	MELAL020		5	5	40.948	8.938	4.2
1949	01	06	17	30	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4
1960	05	25	22		Calagianus	BSING		1	5	40.933	9.117	3.5
1970	06	18	09	03	Mare di Sardegna	ISC		13	4	40.950	7.420	4.8
1976	07	15	09	18	Medio Tirreno	BSING	NM			41.400	9.800	-
1977	05	29	16	19	Biancareddu	BSING	NM			40.783	8.183	2.7
1977	06	27	19	36	Valverde	BSING	NM			40.583	8.383	3.0
1977	08	28	09	45	Canale di Sardegna	ISC		20	5	38.235	8.187	5.4
2000	04	26	13	28	Tirreno centrale	ISC		-	-	40.929	10.077	4.3
2000	04	26	13	37	Tirreno centrale	ISC		46	5-6	40.955	10.097	4.8
2001	03	03	01	54	Tirreno centrale	ISC		1	3-4	40.884	9.990	4.0
2004	12	12	11	52	Tirreno centrale	ISC		19	3-4	41.015	9.967	4.1
2004	12	18	09	12	Tirreno centrale	ISC		13	4-5	40.958	10.050	4.6
2006	03	24	10	43	Capo Teulada	ISC		2	4-5	38.924	8.931	4.0
2011	07	02	14	43	Mare di Corsica	ISC		-	-	42.004	7.617	4.2
2011	07	07	19	21	Mare di Corsica	ISC		5	4	42.087	7.593	5.1
2012	03	04	03	47	Mare di Corsica	ISC		2	2-3	42.080	7.565	4.4

Figura 74: Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1948 al 2012 (estratto da Meletti et al., 2020).

Ai fini della valutazione della classe di appartenenza stabilite dalle NTC 2018, vengono utilizzate, in base alle Norme Tecniche, indagini geofisiche con metodologia sismica. Di seguito si riportano alcune indicazioni in relazione alla metodologia di indagine e alla classificazione.

Solitamente, ai fini della classificazione sismica si utilizzano le **MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves). Si tratta di una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.” (tratto da Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006).

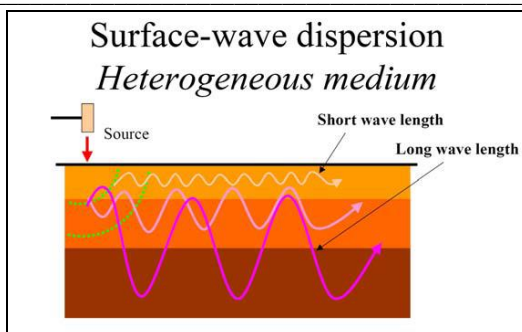


Figura 75: metodologia di indagine - trasmissione onde

L'indagine prevede l'applicazione di tecnica M.A.S.W. di tipo attivo, ossia misura del comportamento dei terreni a seguito di un'energizzazione.

Si sviluppa mediante la materializzazione sul terreno di una linea retta mediante la posa di una fettuccia metrica. A seguire vengono posizionati i geofoni intervallati ad una distanza pari a 2,0 m in funzione della disponibilità di spazio.

Esternamente alla stesa geofonica ("base sismica"), a distanza di interesse che può essere pari ad un multiplo della distanza intergeofonica ma anche variabile (in funzione delle disponibilità di cantiere), sia in andata (ovvero in prossimità del geofono 1) che al ritorno (ovvero all'ultimo geofono posizionato sulla base sismica), vengono svolte delle energizzazioni mediante massa battente pari a Kg 10,0. Il metodo risulta efficace se la base sismica è ubicata su piano a pendenza costante e per una stratificazione piano parallela al piano topografico. Al fine di svolgere al meglio la campagna geofisica M.A.S.W., è utile che lo sviluppo lineare della base sismica sia limitata in lunghezza secondo i siti. La maggior profondità di caratterizzazione raggiunta è legata alla minor frequenza registrata. Come già indicato nella figura, una frequenza alta caratterizza gli strati superficiali. La registrazione delle frequenze minori è destinata ai geofoni più lontani dalla sorgente.

Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" – D.M. del 17/01/2018 – NTC 2018, così come le precedenti NTC 2008, definiscono le regole per progettare l'opera sia in zona sismica che in zona non sismica. Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale.

Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (VS_{30}). Il sito può essere classificato con il valore delle VS_{30} così come riportato nella tabella 3.2II delle NTC 2018 al paragrafo 3.2.2. Rispetto alla precedente previsione delle NTC 2008, non è prevista la classificazione sulla base dei valori delle SPT. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione.

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

V_{s,i} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro VS_{30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

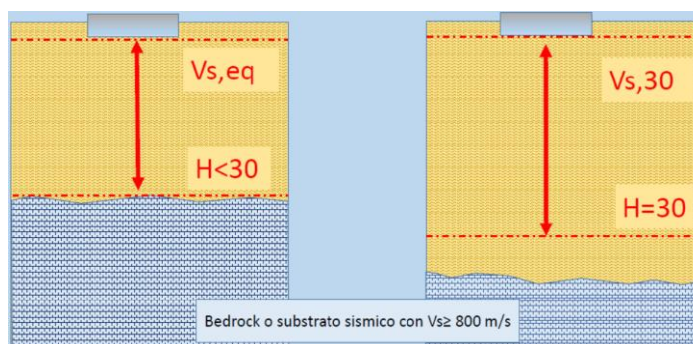


Figura 76: schema di calcolo delle V_{seq} e delle V_{s30}

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche

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

Figura 77: categorie dei terreni secondo le NTC 2018

Il metodo interpretativo della M.A.S.W. si compone dei seguenti passaggi di analisi dei segnali acquisiti:

- individuazione della variazione del segnale acquisito nel tempo
- analisi di Fourier con definizione dei contenuti spettrali acquisiti nei segnali stacking dello spostamento di fase con definizione delle velocità di rotazione retrograda compatibile con il campo di frequenza definita. A posteriori dell'analisi matematica del

segnale acquisito, definito un modello stratigrafico compatibile con la geologia locale, si provvede all'inversione della curva di dispersione ottenendo la sismo-stratigrafia.

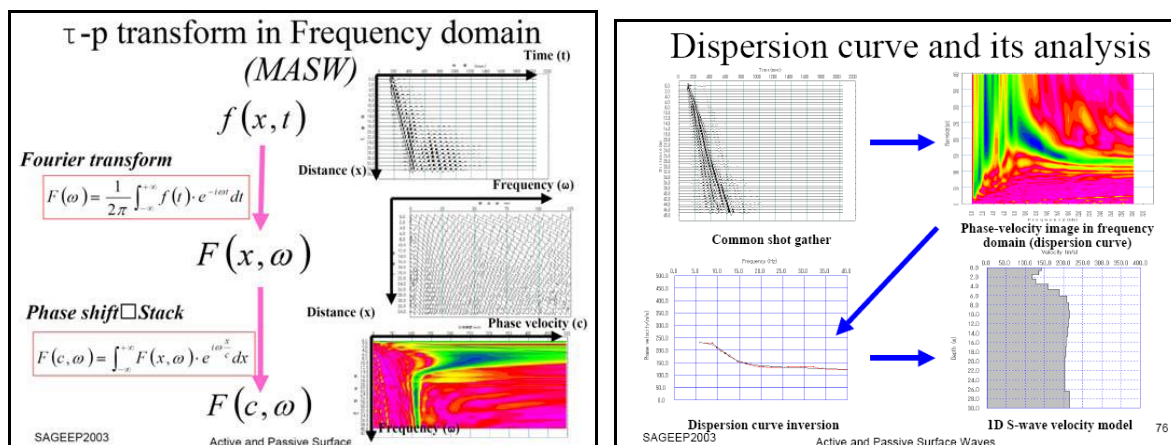


Figura 78: procedimento di elaborazione che produce il profilo di velocità

Dall'analisi del rilievo, sulla base delle conoscenze stratigrafiche della sezione di riferimento, ma anche sulla base di indagini geofisiche eseguite dal sottoscritto nell'ambito di progetti non distanti dal sito in questione (circa 700 metri a Nord Est del punto di scavo) si può indicare l'appartenenza della successione alla categoria C (*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*). Le indagini eseguite avevano infatti permesso di determinare un valore delle Vs30 = 347 m/s.

Stima degli impatti

A fronte della estensione di circa 54.58 ettari della Concessione Mineraria richiesta, solamente circa 5.80 ettari saranno interessati da attività di scavo pertanto non si prevede alcuna modifica arealmente estesa nella fruizione del territorio se non temporaneamente in funzione della durata delle attività di scavo nell'intorno limitato.

Di certo si può prevedere che l'impatto maggiore (di rango medio-basso) sia legato alla temporanea mobilitazione delle quantità di materiale; alla temporanea modifica morfologica dell'area e delle forme originali (ma solo nelle aree vergini in quanto parte delle altre aree è stata già interessata in passato da attività di scavo, ma il ripristino contemporaneo alle fasi estrattive a cominciare dal settore a tergo della coltivazione, cercherà di recuperare una forma complessiva quanto più naturale possibile e comunque tale da migliorare geomorfologicamente e qualitativamente i terreni medesimi.

Al termine della vigenza la dismissione e la riabilitazione consentiranno pertanto la piena disponibilità del sito per qualsiasi attività diversificata. Sarà garantito infatti il recupero degli strati del suolo e lo stendimento di almeno 35 cm del medesimo eventualmente additivato così come meglio esplicitato nel paragrafo della presente relativo alle attività di recupero ambientale

Si tratta comunque di un impatto temporaneo quasi completamente reversibile a seguito del modellamento.

Anche a seguito delle attività non si raggiungerà la capacità di carico dell'ambiente geomorfologico.

Nel complesso, con riferimento agli indicatori e alle risultanze del presente studio per la parte geologica, si ritiene che per ciò che concerne i seguenti parametri:

- Instabilità dei versanti: l'intervento non produce alcun impatto e può essere considerato nel complesso migliorativo in quanto consentirà di rimodellare le aree assegnando un profilo finale leggermente più basso e meno pendente rispetto all'attuale e comunque tale da mantenere adeguate condizioni di stabilità senza alcun tipo di intervento di sostegno. A tal fine si rimanda alle sezioni di progetto. A titolo di esempio si riporta la seguente figura dalla quale si desume l'andamento della morfologia sia ante (linea magenta) che post intervento (linea blu).

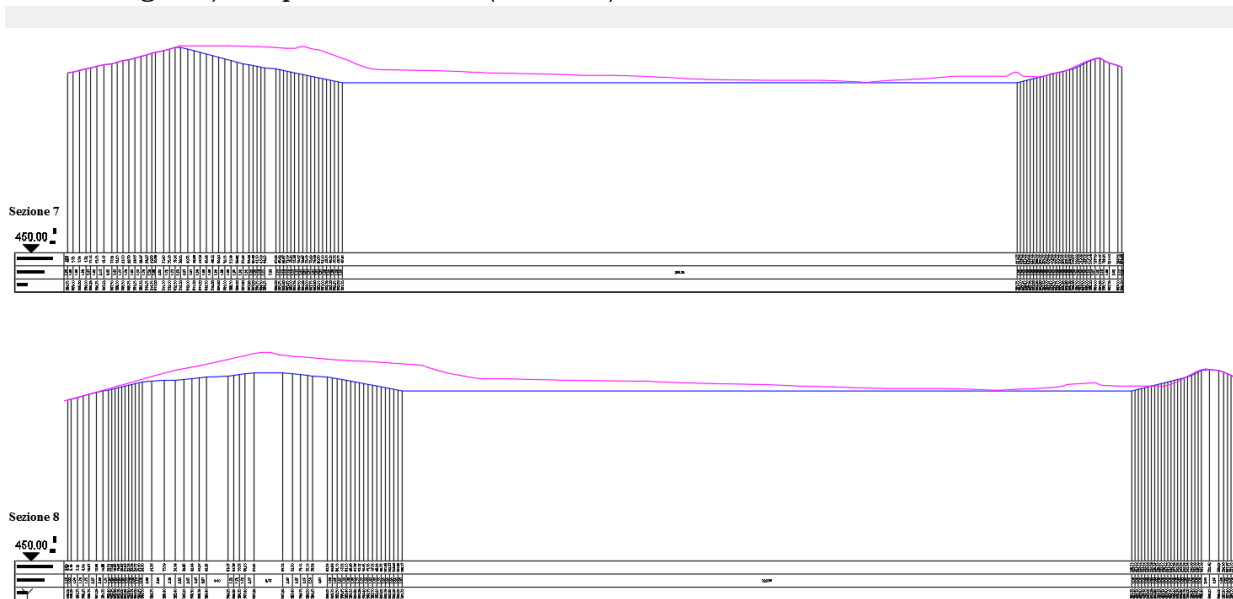


Figura 79: sezione rappresentativa del confronto stato iniziale (rosso) e finale (riempimenti in giallo)

- Subsidenza delle superfici di riempimento: i materiali utilizzati per il recupero delle aree scavate, saranno adeguatamente costipati e quindi garantiranno condizioni di stabilità contro eventuali rilassamenti cedimenti, subsidenze.
- Eliminazione di geotopi: non sono presenti nel sito geotopi di interesse sui quali debba estendersi una eventuale tutela.

Complessivamente gli impatti sulla stabilità geomorfologica sono comunque da considerare lievi in quanto totalmente reversibili anche in funzione delle modalità esecutive dei lavori e delle opere di recupero ambientale previste.

aspetti qualificanti del progetto in relazione alla mitigazione degli impatti sull'assetto geologico-geomorfologico

Il progetto prevede il modellamento e il ripristino del sito interessato dalle attività di scavo, in maniera contestuale alle fasi di coltivazione anche attraverso lo spandimento del terreno vegetale o comunque di un mix appropriato in grado di consentire la totale

stabilizzazione delle aree interessate dalla ricarica mediante inerbimento naturale o eventualmente semina.

Gli studi geotecnici indicano anche le pendenze più appropriate da assegnare ai fronti sia durante le operazioni di scavo, sia al termine dello scavo, interrompendo la continuità degli stessi o i cigli in modo da facilitare l'accumulo dei materiali utilizzati nel recupero, sia tale da garantire adeguate condizioni di stabilità.

Inoltre, gli interventi di regimazione delle acque superficiali, il dimensionamento e il corretto inserimento nella rete naturale di drenaggio garantiranno una maggiore stabilità geomorfologica del sito per effetto della mancata interazione dell'acqua e delle sue pressioni sulle aree coltivate o sulle ricariche. Verrà quindi garantita la tutela della risorsa suolo dall'erosione in quanto le pendenze assegnate in maniera definitiva sono estremamente basse.

Si osserva inoltre che durante le fasi di coltivazione l'angolo generale di scarpa sarà sempre mantenuto estremamente basso.

Dall'analisi della componente ambientale si ritiene che la capacità complessiva non sia stata raggiunta né superata. Gli studi condotti sul sito hanno permesso di verificare l'idoneità geologica e geotecnica alla realizzazione dell'opera, nonché la natura, la quantità e le caratteristiche dei materiali da rimuovere per ottimizzare le attività.

17 ATMOSFERA

Il presente capitolo è specificatamente dedicato alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico.

Come già esplicitato in premessa si richiama il quadro di riferimento di settore del fattore Atmosfera formato dalle componenti "Aria" e "Clima". Aria intesa come stato dell'aria atmosferica soggetta all'emissione da una fonte, al trasporto, alla diluizione e alla reattività nell'ambiente e quindi alla immissione nella stessa di sostanze di qualsiasi natura. *Clima* inteso come l'insieme delle condizioni climatiche dell'area in esame, che esercitano un'influenza sui fenomeni di inquinamento atmosferico.

Nel presente capitolo si riassumono le condizioni meteorologiche locali (caratterizzazione climatica e meteorologica) e i dati di qualità dell'aria (stato di qualità). Saranno quantificate le possibili emissioni in atmosfera (quadro emissivo), i modelli di dispersione e si illustreranno le modalità di controllo. La caratterizzazione, l'analisi e le previsioni delle variazioni di stato.

Esso si articola nei seguenti cinque paragrafi:

- quadro normativo di riferimento;
- condizioni meteorologiche;
- dati di qualità dell'aria;
- stima degli impatti e interventi di mitigazione;

Quadro normativo di riferimento

Le principali normative attinenti alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico sono:

- D.M. Ambiente 26/01/2017 – *Metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente – Attuazione direttiva 2015/1480/UE – modifiche al D.lgs. 155/2010*
- D. Lgs. 25/11/2016 n. 222 "Decreto Scia 2" – *Attuazione Legge 124/2015 – Individuazione procedimenti oggetto di autorizzazione, segnalazione certificata di inizio attività*
- D.M. Ambiente 05/05/2015 – *Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria*
- D.M. (Ambiente) 25 agosto 2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203".
- D. Lgs 03/ Aprile 2006 n° 152 - *Norme in materia ambientale. (G.U. n. 88 del 14/04/2006 - S.O. n. 96) e s.m.i.*
- D. lgs. 155/2010 e s.m.i. "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa; con le modifiche introdotte dal decreto legislativo n. 250 del 24 dicembre 2012, recepisce nell'ordinamento nazionale la direttiva 2008/50/CE integrandola con le disposizioni contenute nella direttiva 2004/107/CE "concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente", già recepita con il decreto legislativo n. 152 del 3 agosto 2007.
- L.R. 9/2006 – *conferimento di funzioni e compiti agli Enti Locali s.s.m.m.i.*
- Delibera G.R. 9/42 del 23/02/2012 – *direttive regionali in tema di autorizzazione alle emissioni in atmosfera*

Condizioni meteoclimatiche

L'analisi climatologica è stata condotta attraverso lo studio delle variabili termo-pluviometriche registrate nelle stazioni presenti nel territorio di Isili.

Pluviometria, termometria e relazioni.

L'analisi delle condizioni pluviometriche del settore è stata eseguita utilizzando i dati rilevati dal SISS nelle diverse stazioni pluviometriche ricadenti nel territorio che presenta una vasta estensione in direzione N-S. Si è fatto quindi riferimento alla "Stazione "Sarcidano localizzata ad una altimetria di 699 m. s.l.m. e sia ai dati rilevati nella stazione pluviometrica di "Is Acquas" posta ad una altimetria di 450 m. s.l.m.. Partendo da questi dati, ottenuti dalle medie di quasi 70 anni di osservazione nelle prime due stazioni, è stato possibile calcolare il valore medio annuale delle precipitazioni che raggiunge rispettivamente, nelle stazioni indicate, i 794.3 e 722,8. L'andamento medio delle precipitazioni evidenzia che i mesi più piovosi risultano in genere Novembre, Dicembre, mentre il mese meno piovoso è Luglio.

Per lo studio delle condizioni termiche della zona sono stati utilizzati i dati relativi alla temperatura media mensile rapportata quasi a 70 anni di osservazioni e riferita alla stazione termometrica "Sarcidano" Tali dati, si ritengono rappresentativi dell'intero territorio. La temperatura media annuale è valutabile in 14°C. Il massimo valore della temperatura media si registra nei mesi di Luglio e Agosto con valori di 23.4 °C e 23.0 °C; il minimo valore della temperatura media a gennaio con 6,4 °C.

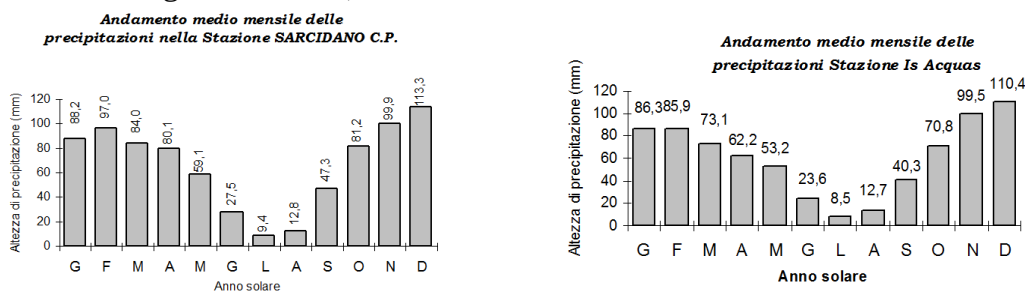


Figura 80: andamento medio mensile delle precipitazioni

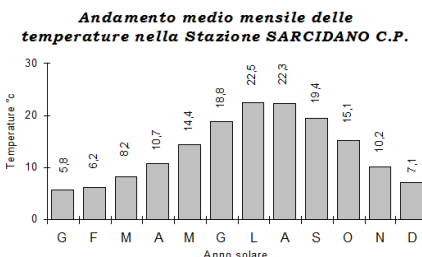


Figura 81: andamento medio mensile delle temperature

Al fine di caratterizzare al meglio l'andamento climatico del settore, a cui è connesso in parte il comportamento reologico anche dei terreni e delle falde idriche superficiali, può rivestire una certa utilità l'andamento comparato dei due fondamentali elementi climatici già descritti: *la temperatura e le precipitazioni*. A tal fine si è proceduto al calcolo dell'*indice di Aridità (I_a)*, adottando la formula di *De Martonne* in quanto risulta la più adatta per regioni con clima mediterraneo alle quali la zona studiata può ascrivere.

Per la stazione Sarcidano C.P. si hanno i seguenti valori di I_a :

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
66.99	71.85	55.38	46.43	29.06	11.46	3.47	4.75	19.31	38.82	59.35	79.50

Figura 82: indice di aridità

Dai dati riportati si evince chiaramente che l'area in esame risente di un marcato periodo di aridità (indice inferiore a 10 o prossimo a tale valore) nei mesi di Giugno, Luglio, Agosto. Tale periodo di aridità è evidenziato graficamente nel diagramma ombro-termico. Tale diagramma, attraverso la larghezza dell'intervallo tra le due curve, evidenzia sia i periodi in cui si ha un prevalere delle precipitazioni sui consumi dovuti all'evapotraspirazione che i periodi in cui le perdite per evapotraspirazione superano gli afflussi. La stagione siccitosa, rappresentata dall'area racchiusa tra le due curve, inizia a giugno e termina a settembre. Durante questo periodo, pressoché tutta l'acqua che cade sul terreno evapora rapidamente a causa dei complessi fenomeni legati all'evapotraspirazione. Dall'andamento delle due curve si nota che l'alta temperatura atmosferica nei mesi estivi contribuisce a smaltire attraverso l'evapotraspirazione la quasi totalità delle acque superficiali.

**Rapporto tra stagione piovosa e siccitosa
(Diagramma ombrotermico secondo Bagnouls-
Gausson)**

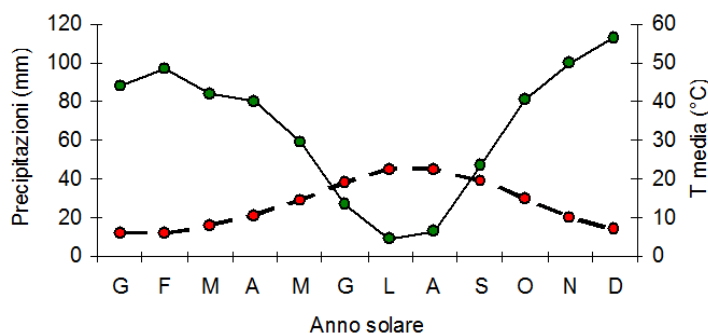


Figura 83: diagramma ambrotermico

Per ciò che concerne la localizzazione in relazione alle piogge brevi e intense si osserva che l'area ricade nella sottozona 1 o al limite tra la sottozona 1 e 2, i cui parametri della curva di possibilità climatica sono riportati nelle figure successive. La valutazione della precipitazione critica si può ottenere mediante l'uso delle formule ricavate da Cao, Pazzaglia e Puddu † e riviste poi da Puddu † (Università di Cagliari) e da Liguori e Piga, ottenute mediante l'elaborazione statistica di tutti i dati delle precipitazioni intense di durata compresa fra 5 minuti primi e un giorno, registrate dalla rete pluviometrica regionale. Vengono suddivise la stazioni pluviometriche della Sardegna in 4 gruppi a ciascuno dei quali corrispondono differenti curve segnalatrici. L'espressione matematica di tali curve di possibilità pluviometrica è la seguente:

$$h_{tc} = h_1 \cdot t_c^{(a+b \cdot u)} \quad \text{dove} \quad \log(h_1) = c + d \cdot u$$

Nelle precedenti espressioni h_1 rappresenta la pioggia critica di durata oraria, espressa in mm/ora, h_{tc} rappresenta la pioggia critica di durata t_c ore, espressa in mm, mentre u rappresenta il frattile della distribuzione normale standardizzata. Poiché il valore di u è

funzione della probabilità o, che è lo stesso, del periodo di ritorno, le espressioni precedenti consentono di ricavare l'altezza di precipitazione critica relativa ad un evento avente un prefissato periodo di ritorno.

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata > 1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)-3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18722+0.24862*\text{Log}(T)-3.36305*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-6.3887*10^{-3}-4.5420*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$
	$n=-0.19060+0.264438*\text{Log}(T)-3.8969*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=1.4929*10^{-2}+7.1973*10^{-3}*\text{Log}(T)$

Figura 84: parametri della curva di possibilità climatica

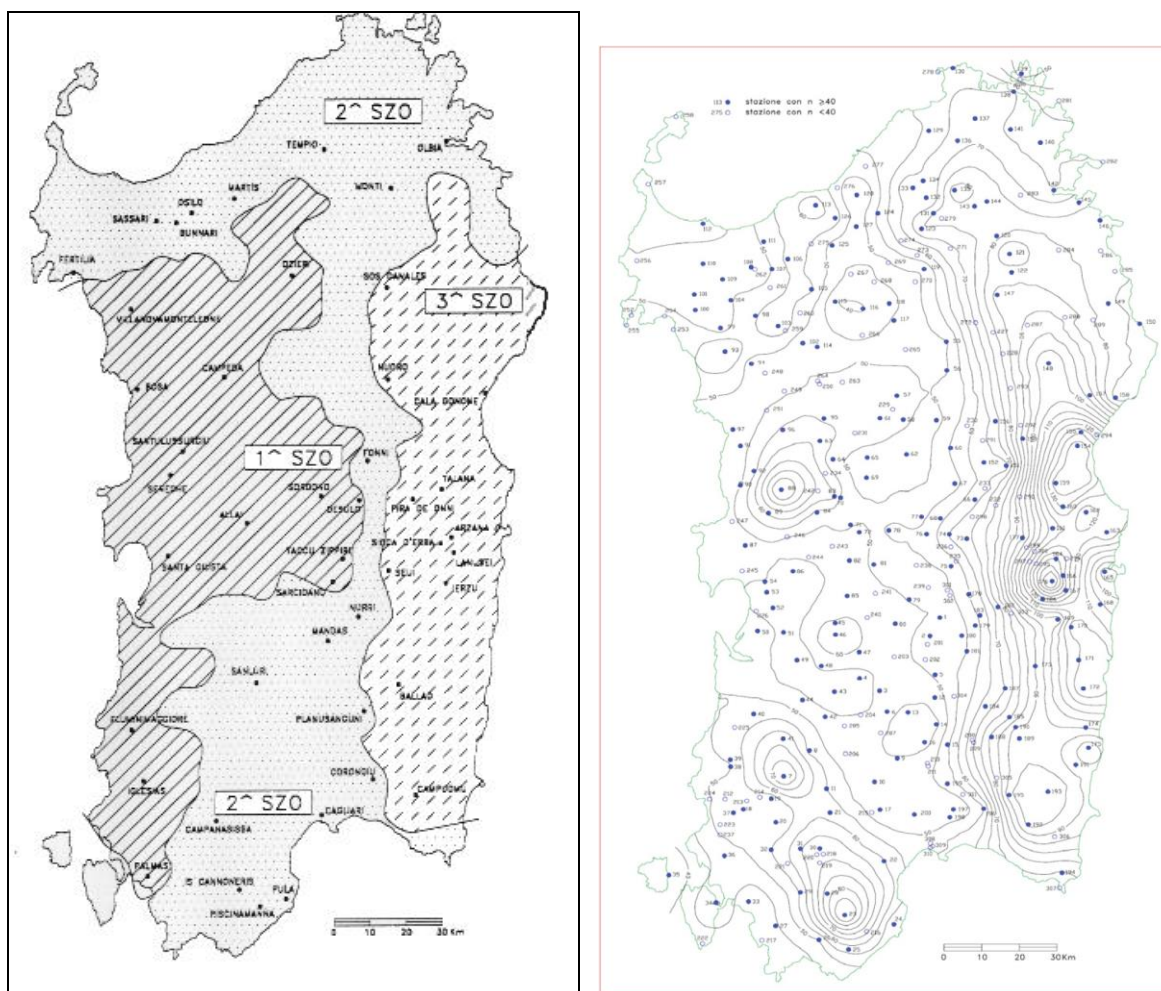


Figura 85: sottozone omogenee per piogge brevi ed intense

I valori dei parametri "a", "b", "c" e "d" delle curve di possibilità pluviometrica, rideterminati da Liguori e Piga nello studio "CAO C, PIGA E, SALIS M, SECHI G. M., Valutazione

delle Piene in Sardegna-Rapporto Regionale, CNR-GNDCI.1991" sono i seguenti:

Parametri →	a	b	c	D
Gruppo				
Pluviometrico				
↓				
I° gruppo	0,305041	-0,017147	1,273178	0,179732
II° gruppo	0,359696	-0,017941	1,296212	0,167488
III° gruppo	0,418212	0,009093	1,379048	0,164598
IV° gruppo	0,497207	0,041251	1,460774	0,191832

In relazione alle piovosità critiche è stata considerata la serie storica di precipitazioni della stazione di Isili.

Si sono rilevate alcune giornate critiche nelle quali le precipitazioni di forte intensità hanno raggiunto valori superiori ai 70 mm/giorno nelle seguenti giornate:

Data	Precipitazione in mm
09/06/1953	71
23/11/1961	94
21/12/1976	105

Ventosità

Non si rinvenivano dati ufficiali relativi ai valori di ventosità provenienti da una stazione di misura presente in situ. Per ciò che concerne la pressione del vento si osserva che l'area è inserita nella zona 5; eventuali verifiche relative dovranno essere eseguite determinando, oltre alla pressione cinetica di riferimento, il coefficiente di esposizione, coefficiente di forma e coefficiente dinamico. Pur tuttavia, ai fini della realizzazione dell'opera risulta importante la definizione degli aspetti relativi alla ventosità in relazione alla dispersione di eventuali polveri.

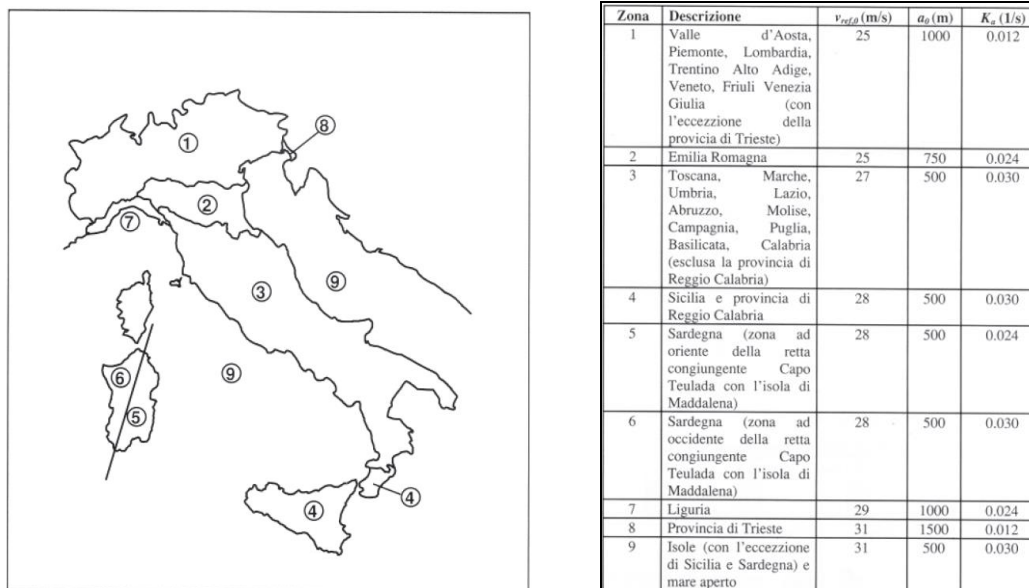


Figura 86: parametri di riferimento per il calcolo della pressione del vento

Circa i dati di ventosità, non essendoci parametri di riferimento per il territorio in esame, si sono riportati quelli relativi a diverse stazioni, mediando i cui valori si possono ottenere indicazioni sul regime anemometrico locale.

Frequenze percentuali dei venti

(*) Stazione di Oristano (altitudine 28 m slm) periodo 1941-1950

(**) Stazione di Oristano (altitudine 19 m slm) periodo 1959-1961

Stazione	Altitudine	Periodo oss.	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Oristano [1]	18		4	18	5	4	6	13	20	9	21
Oristano [2]	19		10	11	9	3	5	7	15	21	19
Elmas [1]	26		10	2	5	12	11	2	10	32	16
Elmas [2]	12		13	2	4	12	16	3	12	30	8
Fonni [1]	1000		6	6	6	5	6	13	25	5	18
Fonni [2]	986		2	5	5	4	3	9	32	8	32
Monte Serpeddi	1048	1959-1961	2	6	12	7	8	11	38	9	7

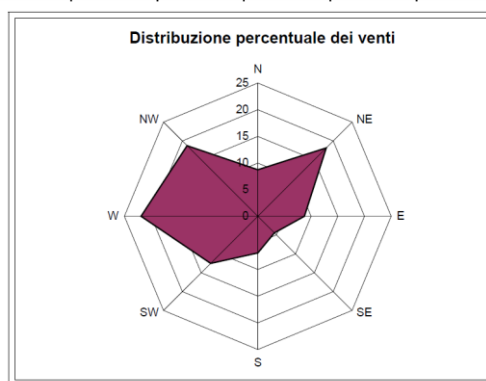
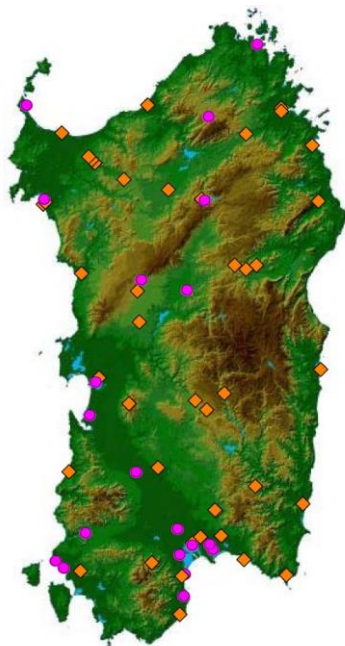


Figura 87: parametri relativi alla ventosità

Pur tuttavia, ai fini della realizzazione dell'opera risulta importante la definizione degli aspetti relativi alla ventosità in relazione alla dispersione di eventuali polveri.

Da quanto sinora osservato, in sintesi, in base alle caratteristiche climatiche dell'area, la direzione prevalente della ventosità è WNW cui si associa la maggiore frequenza nell'anno; in subordine invece si hanno venti da SW che comunque spirano ugualmente con una certa frequenza. La media della velocità del vento è comunque sostanzialmente uguale in tutto il periodo dell'anno mentre se si rapporta il dato della ventosità con quello della piovosità si osserva che comunque il rischio di sviluppo delle polveri è riferibile in particolare ai mesi primaverili ed estivi coincidenti quindi con il periodo in cui si effettuano le maggiori lavorazioni. I dati indicati sono di interesse per la valutazione dei potenziali impatti relativi alla polverosità. Nel proseguo si riportano alcune considerazioni in merito ai possibili impatti in funzione degli esposti.

Dati di qualità dell'aria



Per ciò che concerne i dati di qualità dell'area si evidenzia che in mancanza di dati significativi specifici, occorre rifarsi direttamente al Piano di prevenzione, conservazione e di risanamento della qualità dell'aria e quindi ai dati riferiti nel Settembre del 2005 dalla Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato Difesa dell'Ambiente, nel progetto di *“Realizzazione dell’inventario regionale delle sorgenti di emissione, del documento sulla valutazione della qualità dell’area ambiente in Sardegna e individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D. Lgs. 351/1999”*. Sono comunque disponibili anche i dati del Piano Regionale di qualità dell'aria ambiente approvato con deliberazione della G.R. n. 1/3 del 10.01.2017. Nell'ambito dello studio sono stati riportati i dati relativi al settore in questione rapportandoli su scala comunale e non si rilevano potenziali fonti di inquinamento locale. E' già stato evidenziato che nel Piano in questione, il territorio di Isili non è stato individuato come una delle zone da risanare e tenere sotto

controllo per garantire la protezione della salute umana e degli ecosistemi presenti. Negli scenari di emissione relativi alle stime delle emissioni dei principali inquinanti di interesse nello scenario base del 2001 e negli scenari di riferimento riferiti agli anni 2005 e 2010, non si rilevano variazioni significative tra gli anni se non migliorative per qualche parametro. Non sono presenti misuratori di PM₁₀ e BTX. La rete delle stazioni è comunque concentrata all'interno delle aree urbane principali che distano diversi Km dal sito di interesse e quindi non è comunque significativa dei dati riscontrabili nell'area in esame. Per l'area in argomento non si rilevano stazioni di misurazione e quindi i valori sono definiti attraverso modelli di riferimento spaziali anche nel Piano regionale di qualità dell'aria ambiente. Dall'applicazione modellistica, per l'area interessata dal progetto non sono riportati superamenti degli standard legislativi come si può meglio visualizzare nelle diverse mappe riportate nel suddetto Piano. La valutazione a scala regionale, basata sull'applicazione del modello Chimere, evidenzia infatti la mancanza di superamenti della media annuale del PM₁₀ e di ulteriori sostanze inquinanti.

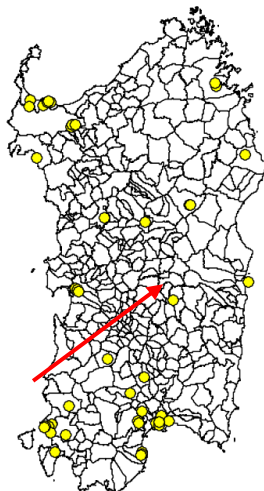


Figura 88: stazioni di monitoraggio attive sul territorio regionale, con indicazione dell'area di interesse

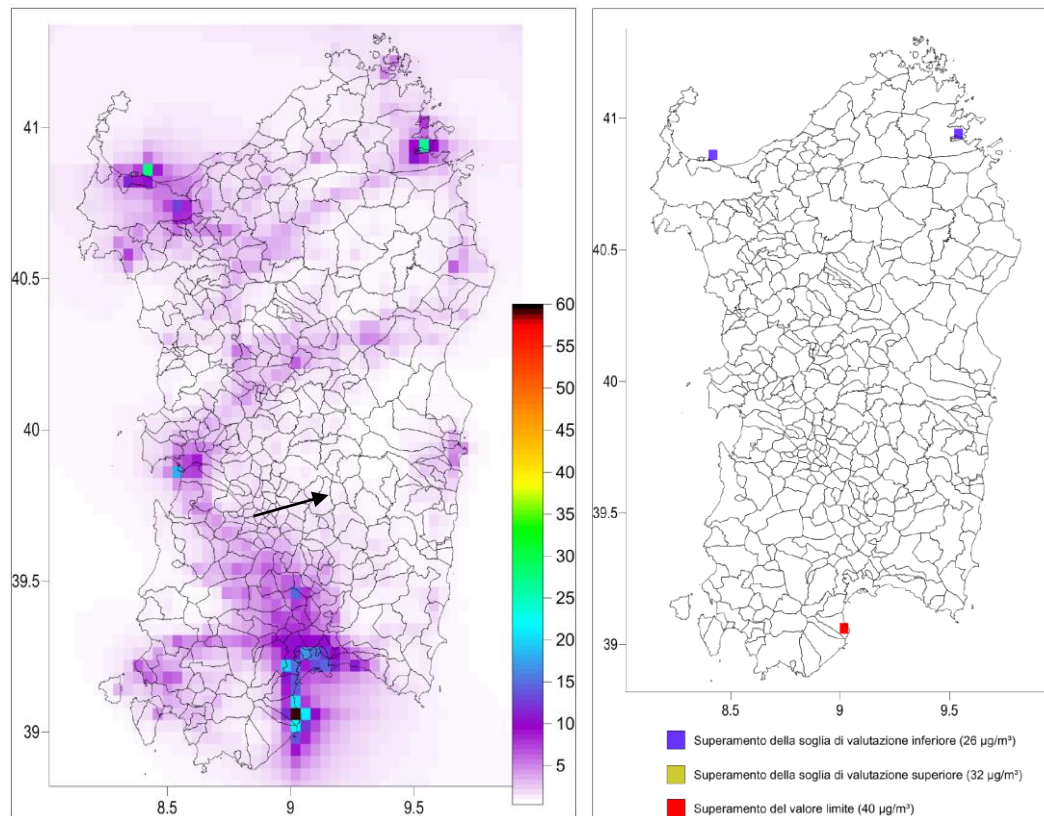


Figura 89: media annuale Concentrazioni NO₂ e stima modellistica superamenti

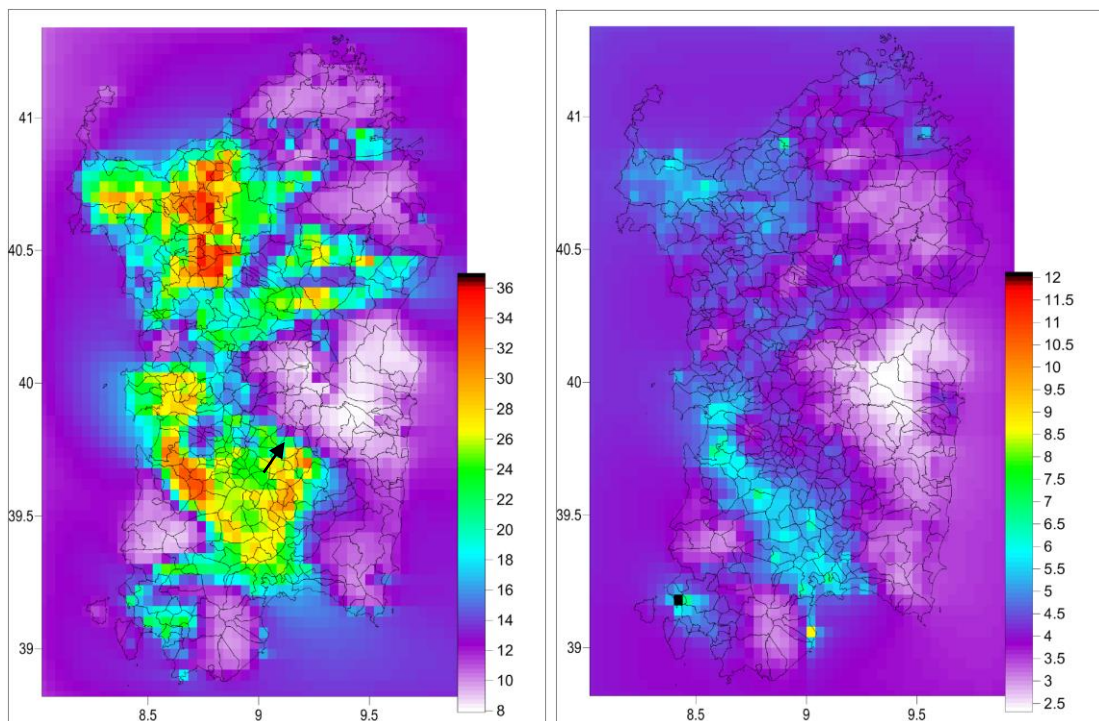


Figura 90: media annuale delle concentrazioni di PM₁₀ (sn) e media stimata del PM₁₀ antropico (dx)

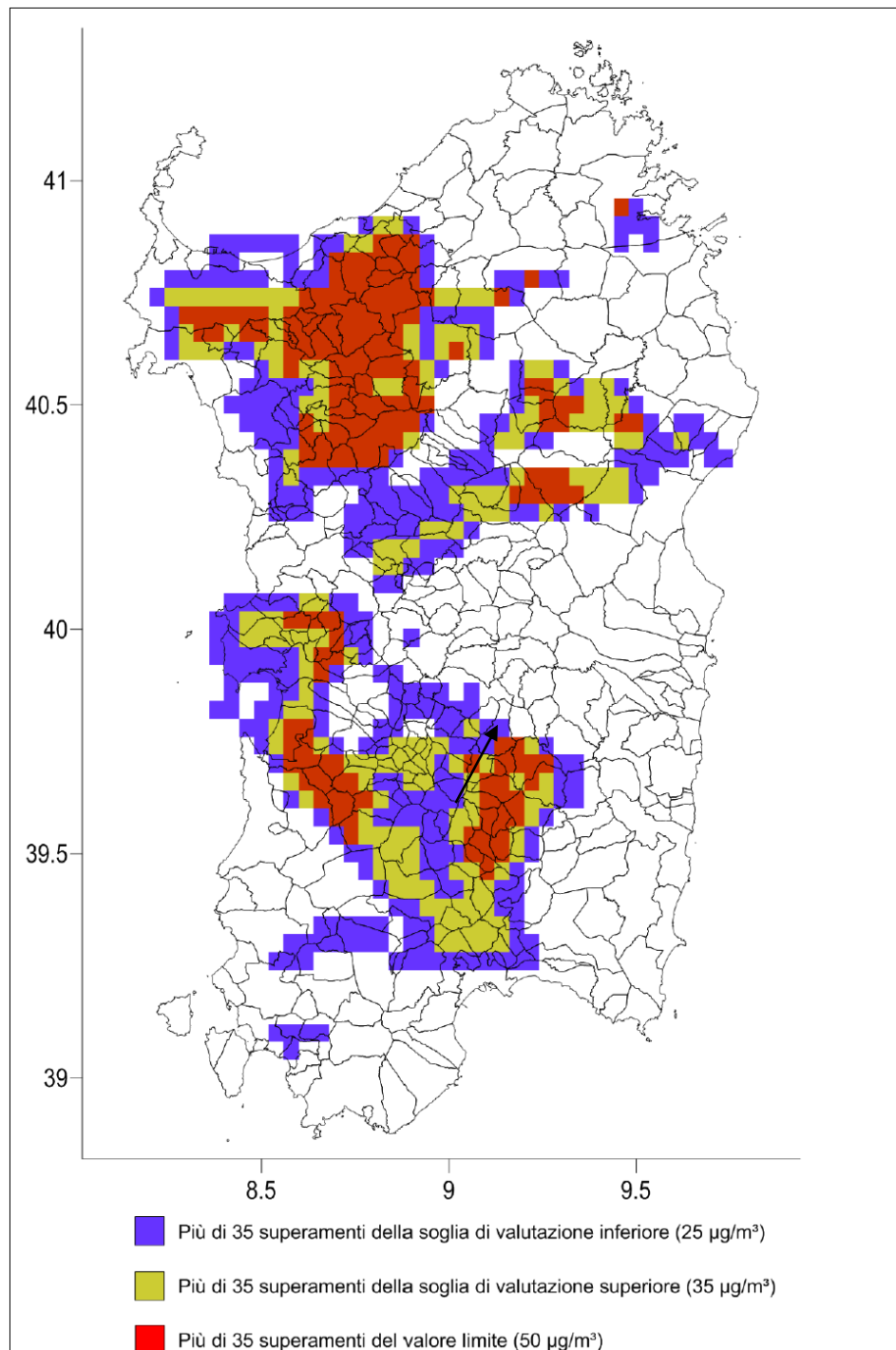


Figura 91: stima modellistica superamenti del valore limite per la media giornaliera di PM₁₀

Le informazioni sulle sorgenti emissive sono contenute nell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, aggiornato al 2010.

Nel nuovo Piano l'inventario è stato prodotto in accordo con i criteri stabiliti dal decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" nell'Appendice V "Criteri per

l'elaborazione degli inventari delle emissioni"; il decreto fa esplicito riferimento al "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook" utilizzato anche per la compilazione dell'inventario nazionale.

In particolare, la metodologia di stima delle emissioni utilizzata per il nuovo inventario è quella più recente disponibile, che tiene pertanto in considerazione l'ultimo aggiornamento dei fattori di emissione, pubblicati nel Guidebook 2013.

Le sorgenti prese in considerazione sono suddivise in sorgenti puntuali, lineari, areali e diffuse, in base alla possibilità ed utilità di individuarne con precisione la posizione. In particolare, sono definite come

- sorgenti puntuali, tutte le sorgenti di emissione che è possibile ed utile localizzare tramite le coordinate geografiche sul territorio;
- sorgenti lineari, le principali arterie di comunicazione (strade, linee fluviali, linee ferroviarie);
- sorgenti areali, i principali nodi di comunicazione (porti, aeroporti), le cave e le discariche;
- sorgenti diffuse, le sorgenti non incluse nelle classi precedenti e che necessitano per la stima delle emissioni di un trattamento statistico.

Nell'area in questione le *Key sourced* per i parametri indicati sono riferibili anche a limitate emissioni diffuse lineari per il PM₁₀ e quindi riconducibili alle arterie stradali principali ma non a quelle secondarie in cui ricade anche il sito in questione.

Per ciò che concerne l'ozono, essendo questo un inquinante secondario che si forma in atmosfera a seguito di complessi equilibri fotochimici, è meno significativo individuare in questo caso una correlazione diretta tra precursori e concentrazioni atmosferiche di ozono troposferico.

Nel caso in specie, considerata l'elevata densità di aree boschive nell'area circostante quella in questione, è la vegetazione la sorgente che contribuisce ai livelli emissivi dei principali precursori dell'ozono, per i composti organici volatili non metanici (COVNM).

La principale sorgente di COV è la vegetazione, cui si aggiungono le attività antropiche che prevedono l'utilizzo di solventi e vernici.

Escludendo alcuni impianti industriali, tali attività sono uniformemente distribuite sul territorio regionale e non si evidenziano aree con una maggiore presenza di questi composti. Con riferimento agli scenari tendenziali, negli anni 2010-2025 delle emissioni dei principali inquinanti mostra non si hanno significative variazioni considerato che comunque la qualità dell'aria è nel complesso buona.

In ogni caso nell'area vasta una riduzione nel tempo per gli ossidi di azoto, dovuta soprattutto alle misure sui trasporti che influiscono in maniera incisiva anche sulla riduzione di emissioni di monossido di carbonio, benzene ed anidride carbonica.

Parte delle riduzioni emissive è motivata anche dalla diminuzione dei consumi dovuta alla crisi economica globale.

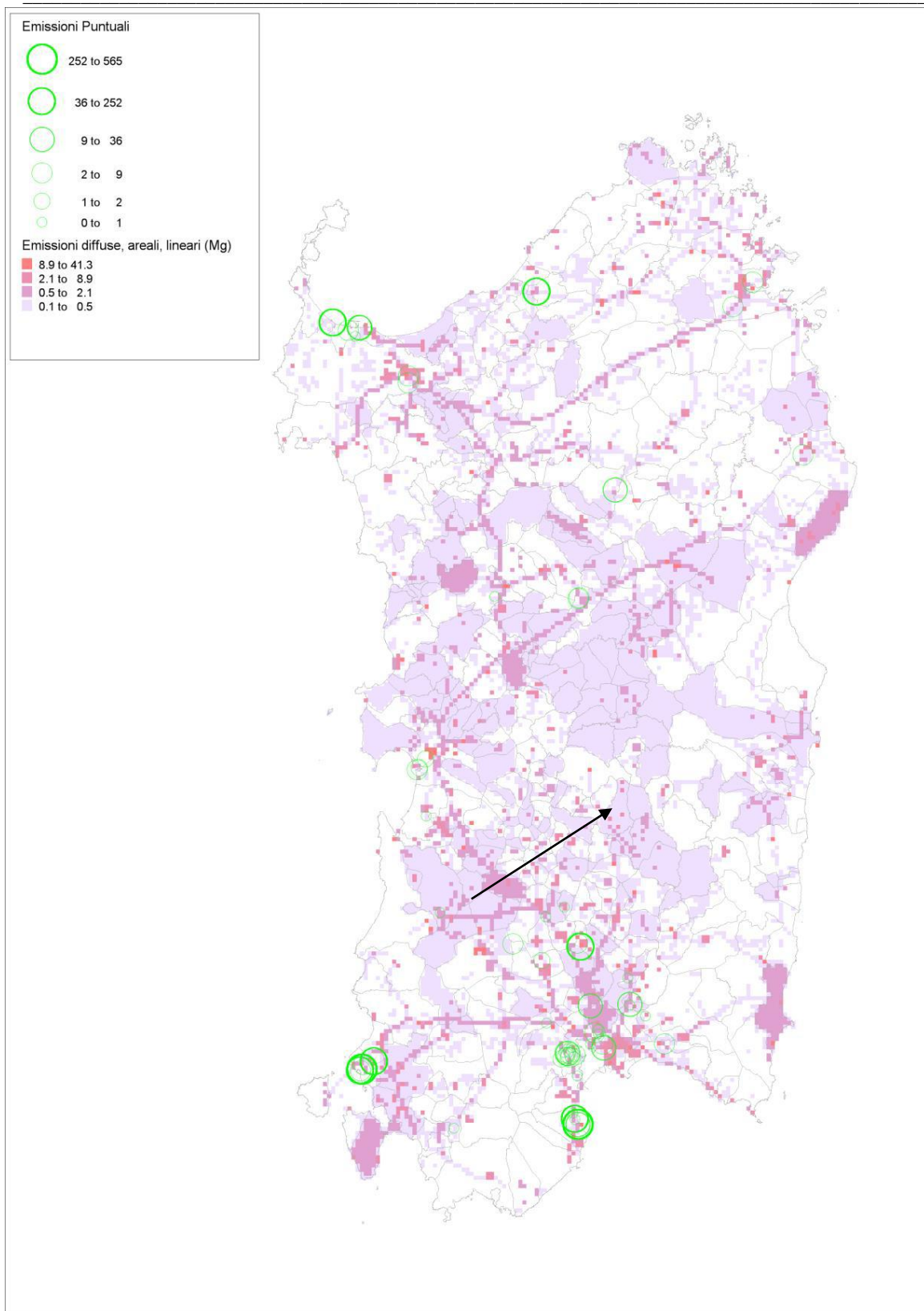


Figura 92: emissioni su reticolo di particelle sospese PM10

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

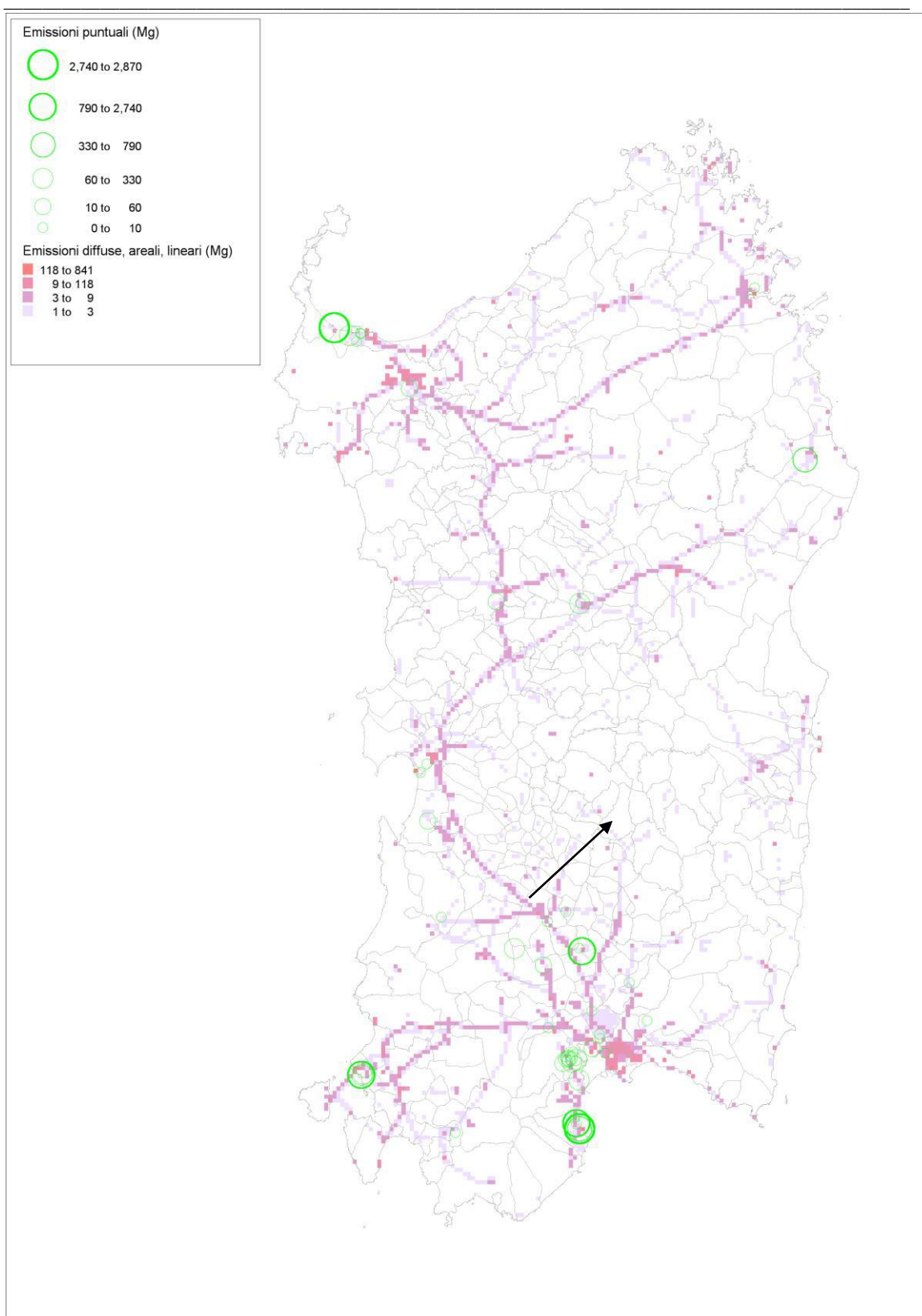


Figura 93: emissioni su reticolo di NOx

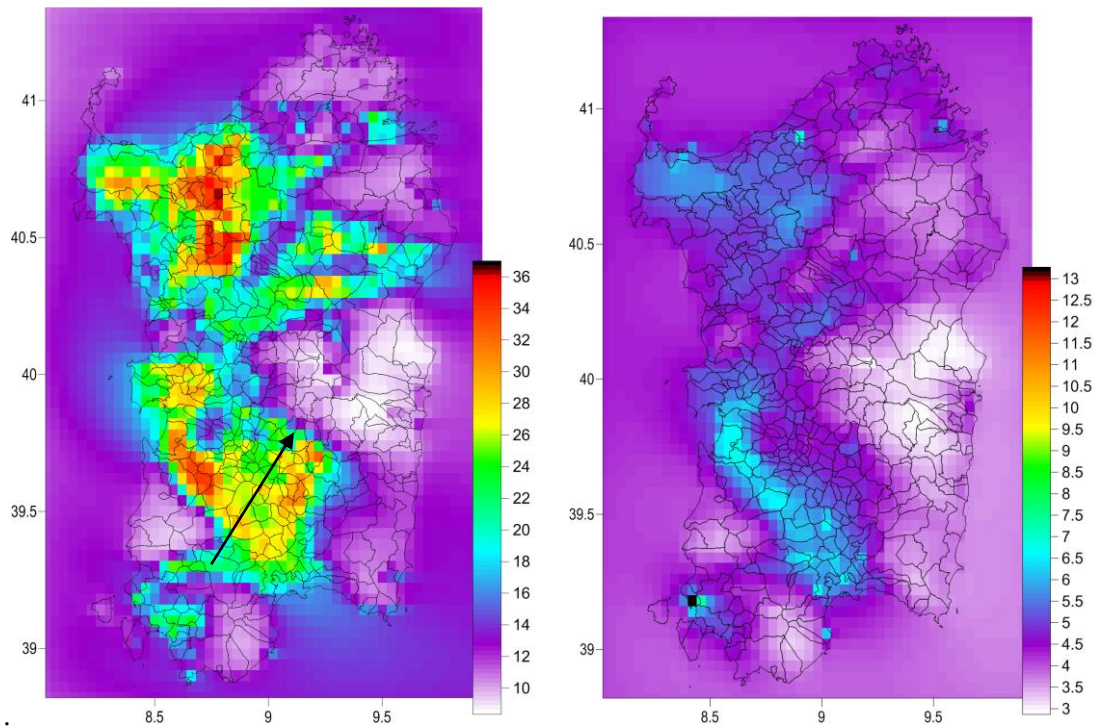


Figura 94:scenario tendenziale al 2020 PM10 totale (media annuale) e antropico

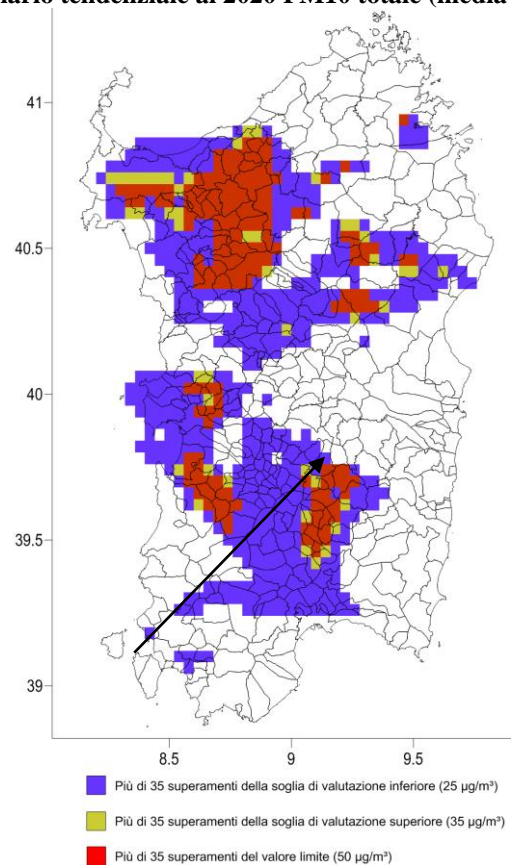


Figura 95: stima modellistica in scenario tendenziale al 2020 del PM10

Stima degli impatti e interventi di mitigazione

Emissioni in fase di esercizio ed analisi e aspetti qualificanti per la mitigazione

In generale, così come ampiamente documentato con le applicazioni dello studio sulla qualità dell'aria, citato nel paragrafo che precede, si può affermare che i fenomeni di eventuale e potenziale inquinamento dell'ambiente atmosferico nelle aree in cui è localizzata l'area di attività prevista, deve essere valutata cumulativamente a quella delle altre attività eventualmente esistenti.

Nel comparto si è però già evidenziato che non sussistano altre attività che possano quindi essere valutate in una stima di un impatto cumulativo considerato che nell'area industriale sono comunque esistenti pochissime attività che non comportano particolari emissioni se non legati ad eventuale polverosità legate alla movimentazione dei carichi e comunque al trasporto.

A livello pianificatorio e di monitoraggio non si hanno comunque implicazioni negative derivanti da fattori esterni.

L'inquinamento immesso nell'atmosfera subisce sia effetti di diluizione e di trasporto in misura pressoché illimitata dovuti alle differenze di temperatura, alla direzione e velocità dei venti ed agli ostacoli orografici esistenti, sia azioni di modifica o di trasformazione in conseguenza alla radiazione solare ed alla presenza di umidità atmosferica, di pulviscolo o di altre sostanze inquinanti preesistenti ma non riesce comunque ad avvicinarsi ai siti oggetto del progetto.

Relativamente al caso in esame, si osserva che le attività di scavo e trasporto, movimentazione generale dei mezzi e attrezzature, sono gli interventi che potranno arrecare un minimo disturbo reversibile essenzialmente **per le polveri**, senza tuttavia causare disagi significativi, specie per il confinamento delle operazioni all'interno delle aree e per l'assenza di obiettivi sensibili nelle aree sottostante, che anche per la durata limitata nel tempo dei singoli interventi. Si tratta quindi di emissioni (sollevamento polveri) legate ad un transitorio, molto circoscritte come area di influenza, e dovute, cumulativamente, essenzialmente a lavori di:

- movimentazione dei mezzi per lo scavo e il trasporto di materiale;
- sollevamento polveri dovuto alla realizzazione e manutenzione delle opere accessorie (viabilità, piste etc.).
- operazioni di carico, scarico, movimentazione delle bentoniti

Data la scarsa estensione dell'area e per via della limitata profondità di scavo la polverosità tende ad essere limitata (fatta eccezione per il momento nel quale si procede alle lavorazioni superficiali e al passaggio dei mezzi in superficie).

La produzione di polveri è un dato di difficile quantificazione ed è imputabile essenzialmente, a tutte le attività di produzione e movimentazione.

A livello generale, per tutte le fasi operative, trattandosi di minerali argillosi, si produrrà fanghiglia nei periodi piovosi o polveri nei giorni secchi che si potranno riversare, in funzione delle prevalenti condizioni di ventosità, nelle aree più vicine.

Ai fini della valutazione degli impatti, è stata pertanto effettuata una verifica dei ricettori sensibili posti a ridosso dell'area. Nello specifico, su area vasta (raggio di circa 500 metri dal punto di intervento), sono stati identificati unicamente insediativi ad uso industriale.

Si rileva che nel raggio considerato nell'area non si rinvenivano aree produttive destinate a colture specializzate e produzioni agro alimentari. Si riportano di seguito, su ortofoto, i principali ricettori nel raggio di 500 metri dal punto di scavo che comprende quasi interamente l'area industriale; con le frecce verdi sono indicate le direzioni prevalenti di ventosità.

Sono stati identificati circa 3 complessi ad utilizzo prevalentemente industriale e n. 3 complessi di campi fotovoltaici. Si noti come le strutture produttive con presenza di lavoratori (quindi fatta eccezione per i campi fotovoltaici) pur essendo comunque complessivamente distanti (circa 450 m) in caso di ventosità dai quadranti Nord occidentali, potrebbero risentire di potenziali azioni indotte solo ed unicamente il deposito sughero e quelli di produzione di calcestruzzi e manufatti in cls. In caso di ventosità dai quadranti meridionali non vi sono esposti nel raggio di 500 metri. Anche gli impianti fotovoltaici più essendo in un caso più vicino all'area di scavo risentirebbero in maniera minimale della produzione di polveri.

Si escludono impatti data la distanza e la limitata attività prevista in cantiere.

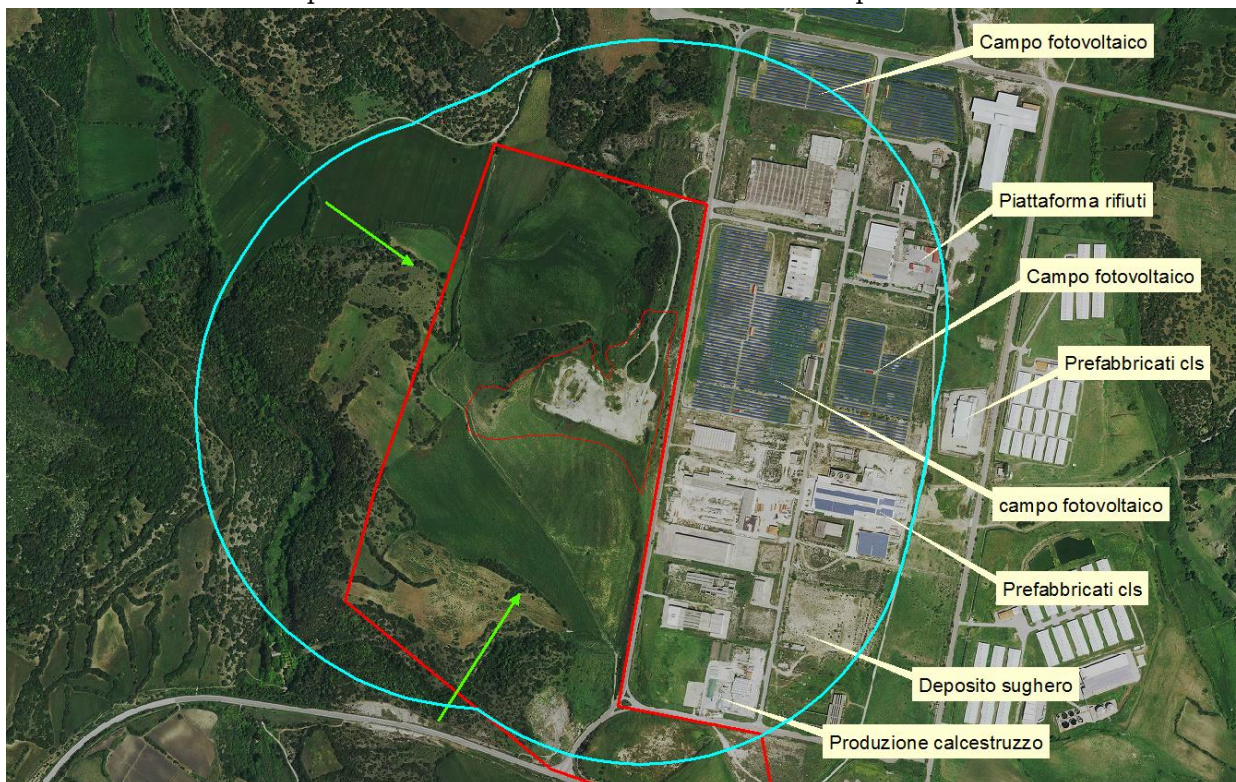


Figura 96: ricettori presenti in area vasta (raggio 500 m dal punto di intervento)

E' da sottolineare inoltre che oltre alla distanza considerevole tutti gli insediamenti indicati sono localizzati anche ad altimetrie; l'area di scavo è infatti oltre che altimetricamente più bassa rispetto ai settori edificati del comparto industriale, è confinata anche dalla trincea stradale che forma comunque una barriera verso Est.

In via generale si osserva che per ciò che concerne l'area di scavo, considerata la scarsa estensione superficiale e il fatto che non si supera la posizione dominante della trincea stradale evitando quindi di scollinare verso Est, la diffusione della polverosità è quindi locale. Durante il periodo estivo e di massima lavorazione, si ha la maggiore produzione di polveri. Tali emissioni, concentrate in un periodo limitato, risultano comunque accettabili nell'intorno e si escludono rilasci a distanza considerevole tale da poter impattare sui ricettori esistenti.

Naturalmente durante la fase operative, oltre alle polveri, si avranno emissioni di altri inquinanti in atmosfera dovute alle attività del cantiere; in particolare saranno prodotte le emissioni relative ai prodotti di combustione (NOx, SO₂, polveri, CO, incombusti) dovuti ai motori dei mezzi impegnati nella miniera.

Si ritiene che le moderne tecniche di lavoro, l'adeguata formazione dei lavoratori, l'applicazione di tutti gli accorgimenti atti ad eliminare o ridurre il rischio, l'utilizzo di tutti i dispositivi di protezione, garantiscano contro il rischio di contrarre malattie professionali derivanti dal materiale in esame.

Per ciò che concerne la valutazione degli impatti, si precisa che gli studi modellistici attinenti la valutazione polveri, sono in genere molto approssimativi ma si è tentato di valutare e definire un approccio modellistico per la valutazione dei valori di emissione di PM₁₀ compatibili con i limiti di qualità dell'aria, dai modelli del United States Environmental Protection Agency (US-EPA) in Emissions Factors & AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. Ogni fase di attività capace di emettere polveri viene classificata tramite il codice SCC (Source Classification Codes). Le emissioni di PM₁₀ (PTS e PM_{2.5}) sono in genere espresse in termini di rateo emissivo orario (kg/h). Le sorgenti di polveri diffuse individuate nell'attività di cui si tratta si riferiscono essenzialmente ad attività estrattive dei materiali bentonitici. Le operazioni considerate sono le seguenti (ai fini della definizione cumulativa degli impatti vengono considerate anche le attività di scavo minerario).

Il calcolo del rateo emissivo finale si esegue in base alla seguente formula:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t)$$

in cui:

- i particolato (PTS, PM₁₀ , PM_{2.5})
- l processo
- m controllo
- t periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.)
- E_i rateo emissivo ((Kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato
- AD_l attività relativa all'l-esimo processo (ad es. materiale lavorato/h)
- EF_{m l i} fattore di emissione

E' bene precisare che l'applicazione di questi metodi a specifiche situazioni, pur rappresentando un valido strumento, presenta un elevato livello di incertezza. Infatti, i parametri indicati in tale studio, adottato anche da parte di diverse regioni italiane, sono riferiti comunque in maniera quasi esplicita ad attività estrattive di materiali granulometricamente più grossolani rispetto a quelli trattati nel nostro studio.

Per le stime delle emissioni di polveri sono stati presi come riferimento i dati medi relativi alla gestione dell'attività lavorativa considerando, a regime, per le attività di escavazione, 200 giornate lavorative, 8 ore lavorative giornaliere, produzione media di 17.286 tonn/anno, produzione oraria media di ca. 10 tonn di minerale a cui si sommano i quantitativi di produzione degli sterili stimati. Data la tipologia del materiale lavorato, si assume che la densità del materiale smosso sia 1,4 ton/mc. Le polveri derivanti dalla lavorazione sono composte da materiali inerti e non posseggono le caratteristiche di pericolosità del particolato prodotto dai processi di combustione, in quanto prive delle sostanze tossiche residue della combustione (composti organici volatili, diossine, ecc.) contenute nel particolato carbonioso. Le polveri inoltre tendono a rimanere in sospensione per tempi relativamente brevi. Il parametro che sarà considerato come indicatore di impatto ambientale sarà quindi la concentrazione delle polveri depositabili in funzione anche dei ricettori presenti. Per quanto riguarda le polveri

sedimentabili, ovvero le polveri di dimensioni tali da depositarsi velocemente nelle vicinanze del cantiere, in mancanza di normative specifiche verranno considerati i limiti indicati dalla Commissione Centrale del Ministero dell'Ambiente.

CLASSE DI POLVEROSITA'	POLVERE TOT. SEDIMENTABILE mg/m ² giorno	INDICE POLVEROSITA'
I	<100	praticamente assente
II	100 - 250	bassa
III	251 - 500	media
IV	501 - 600	medio-alta
V	>600	elevata

Figura 97: indici di polverosità indicati dalla Commissione Centrale del Ministero dell'Ambiente

- attività di scotico del suolo**

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) viene effettuata di norma con la ruspa o escavatore, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, produce delle emissioni di PTS (si può ritenere cautelativo considerare una componente PM₁₀ dell'ordine del 60% del PTS) con un rateo di 5.7 kg/km. Per utilizzare questo fattore di emissione occorre quindi stimare ed indicare il percorso del mezzo nella durata dell'attività, esprimendolo in km/h. In altri settori (ad esempio "Mineral Products Industry: Coal Mining, Cleaning, and Material Handling" paragrafo 11.9) alle attività di rimozione degli strati superficiali sono associati altri fattori di emissione. Nella Tabella successiva sono riportati le azioni e il relativo codice SCC, che si riferiscono a trattamento del materiale superficiale.

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m ³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

Figura 98: fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni estrattive

- produzione argille**

Per la fase di sbancamento o estrazione non è presente uno specifico fattore di emissione; considerando che il materiale estratto è umido, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 *Sand Handling, Transfer, and Storage* in "Industrial Sand and Gravel", pari a 1.30×10^{-3} lb/tons di PTS equivalente a 3.9×10^{-4} kg/Mg di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10;

• **caricamento argille**

Il materiale superficiale accantonato viene caricato su camion e tale operazione può corrispondere al SCC 3-05-010-37 *Truck loading overburden* cui è assegnato un fattore di emissione di $7.5 \times 10^{-3} \text{ kg/Mg}$;

• **formazione e stoccaggio di cumuli**

Un'attività suscettibile di produrre l'emissione di polveri è l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli. Il modello proposto nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42 calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base al fattore di emissione:

$$EF_i (\text{kg/Mg}) = k_i (0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

- i particolato (PTS, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)
- EF_i fattore di emissione
- k coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato
- u velocità del vento (m/s)
- M contenuto in percentuale di umidità (%)

La quantità di particolato emesso da questa attività quindi dipende dal contenuto percentuale di umidità M : valori tipici nei materiali impiegati in diverse attività, corrispondenti ad operazioni di lavorazione di inerti, sono riportati nella tabella successiva

	k_i
PTS	0.74
PM10	0.35
PM2.5	0.11

Figura 99: valori di K_i al variare del tipo di particolato

Si precisa che l'espressione è valida entro il dominio di valori per i quali è stata determinata, ovvero per un contenuto di umidità di 0.2-4.8 % e per velocità del vento nell'intervallo 0.6-6.7 m/s. Si osserva che, a parità di contenuto di umidità e dimensione del particolato, le emissioni corrispondenti ad una velocità del vento pari a 6 m/s (più o meno il limite superiore di impiego previsto del modello) risultano circa 20 volte maggiori di quelle che si hanno con velocità del vento pari a 0.6 m/s (più o meno il limite inferiore di impiego previsto del modello).

In assenza di dati anemometrici può essere impiegata anche la seguente formula:

$$E_{i,\text{diurno}} = k_i \cdot (0.0058) \cdot \frac{1}{M^{1.4}} \qquad E_{i,\text{notturno}} = k_i \cdot (0.0032) \cdot \frac{1}{M^{1.4}}$$

• erosione del vento dai cumuli

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare, si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già indicata precedente paragrafo.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i(\text{kg} / \text{h}) = EF_i \cdot a \cdot \text{movh}$$

- i particolato (PTS, PM₁₀ , PM_{2.5})
- EF_i fattore di emissione areale (lg/mq)
- a superficie dell'area movimentata in mq
- movh numero di movimentazioni/ora

I fattori di emissione areale possono essere così determinati in funzione dell'altezza e diametro di base del cuneo (in caso di cumuli a base non circolare basta stimare una dimensione lineare che rappresenti il diametro di base circolare equivalente a quella reale:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i(\text{kg}/\text{m}^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i(\text{kg}/\text{m}^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Figura 100: fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

• transito dei mezzi su piste interne

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale a (i) il volume di traffico e (ii) il contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm. Il fattore di emissione lineare dell'i-esimo tipo di particolato per ciascun mezzo EF_i (kg /km) per il transito su strade non asfaltate all'interno dell'area è calcolato secondo la formula:

$$EF_i(\text{kg}/\text{km}) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

in cui:

- i particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})
- s contenuto in limo del suolo in percentuale di massa (%)
- W peso medio del veicolo (T)

- K_i , a_i , b_i coefficienti

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM ₁₀	0.423	0.9	0.45
PM _{2.5}	0.0423	0.9	0.45

Figura 101: valori dei coefficienti al variare del tipo di particolato

Si specifica che l'espressione è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1.8% ed il 25.2%.

Considerando le diverse fasi produttive e l'indeterminatezza dei metodi che comunque possono solo definire con una certa indeterminazione la produzione globale di polveri e considerando che non ci sono studi di dettaglio sulla produzione di polveri da materiali fini come quelli oggetto di lavorazione del caso specifico, si può solo determinare una stima totale delle emissioni medie orarie di PM₁₀ prodotte dalle attività eseguite nell'area nei periodi di particolare siccità e asciutti, quasi pari a 1.400-1600 g/h. Per una attività che con i ritmi previsti in progetto potrebbe svolgersi con circa 200-massimo 220 giorni all'anno si ritiene che, per sorgenti sensibili poste a meno di 200-300 metri debbano essere messi in atto sistemi di abbattimento atti a limitare la produzione di polveri. In realtà si è già accennato in precedenza alla mancanza nel raggio di 200-300 metri di insediamenti sensibili. Come già accennato in precedenza risulta quindi estremamente difficile valutare la produzione delle emissioni su una miniera di argille, ma dall'analisi effettuata, considerata la situazione morfologica, si evince che la polverosità, durante le diverse fasi di attività considerate, si mantiene comunque in prevalenza all'interno della miniera.

Si ritiene che per effetto della conformazione morfologica della miniera e comunque del regime dei venti, considerato che inoltre durante i periodi di forte ventosità le lavorazioni vengono interrotte, l'impatto delle polveri possa essere considerato non rilevante e tale da non interessare i ricettori indicati. Dall'analisi effettuata, almeno a livello qualitativo si evince che comunque le attività che producono particolare sviluppo delle polveri sono quelle connesse al movimento dei mezzi interno all'area mineraria. Diventa quindi indispensabile dotare la miniera di appositi sistemi di abbattimento delle polveri in tutte le piste minerarie e di accesso. Per tale motivo è previsto comunque l'utilizzo delle acque di accumulo ai fini dell'innaffiamento delle piste mediante cisterna su trattoria agricola.

Riguardo le possibilità di mitigazione dei minimi impatti si osserva che la società opererà con personale addestrato che opera nel settore estrattivo e che disporrà di tecnologie e know how tali da permettere, economicamente e con il massimo rispetto dell'ambiente e delle condizioni di salute e sicurezza, la coltivazione del giacimento. Diverse sono le metodologie che saranno adottate per ridurre le polveri.

Le lavorazioni saranno sospese quando vi sono ventosità che comportano il sollevamento di elevate quantità di polveri. Infatti, tra i regolamenti interni della miniera vi sarà l'obbligo di interruzione di qualsiasi attività operativa in caso di forte ventosità e sollevamento polveri. Si evidenzia che la problematica non ha particolare significatività quando si manifesta durante l'inverno in quanto i substrati sono spesso umidi.

Inoltre, sarà effettuato l'abbattimento delle polveri con metodi che inumidiscano i materiali e le piste. La captazione delle polveri a umido per mezzo di acqua nebulizzata resta infatti il metodo più efficiente e meno costoso e di applicabilità generale. I sistemi a nebulizzazione sono stati sviluppati per superare gli inconvenienti delle tecniche dell'acqua spruzzata (bagnatura del materiale). Per ottenere una appropriata "atomizzazione" e la soppressione delle polveri "fuggitive" fini e leggere, la pressione dell'acqua all'ugello dovrebbe superare i 10 bar. I mezzi operativi saranno comunque dotati di tutte le apparecchiature che rendono possibile la lavorazione in condizioni di estrema sicurezza e tutela per i lavoratori. Le macchine saranno conformi alle direttive vigenti, in particolare per la parte riguardante le strutture delle cabine che sono di tipo ROPS e FOPS - antiribaltamento ed antischiacciamento - e dotate di cabine climatizzate e pressurizzate.

Oltre a quanto sopra rappresentato si osserva che sempre all'interno del regolamento interno della miniera sarà prevista la riduzione di velocità dei mezzi. Di particolare importanza, al di fuori dell'area del cantiere è inoltre la previsione di coprire il carico con teloni di protezione.

Ad ogni modo le emissioni di polveri saranno tenute il più possibile sotto controllo, applicando opportune misure di mitigazione ed eventualmente il controllo quantitativo delle stesse mediante appositi deposimetri come indicato nel piano di monitoraggio. La rete di monitoraggio di cui si parlerà successivamente consentirà anche il dovuto controllo delle emissioni polverose. Le emissioni gassose dei mezzi si prevede invece che siano irrilevanti sia per il numero dei mezzi impiegati e sia per le continue manutenzioni effettuate a scadenza, necessarie per un parco mezzi di ultima generazione, nell'interesse sia della maggiore produttività che della salvaguardia dei mezzi stessi.

Di particolare importanza anche ai fini della tutela della salute dei lavoratori è la definizione della tipologia delle polveri che si possono produrre. Le bentoniti, oggetto dell'estrazione, contengono minerali argillosi con concentrazioni comunque minime di silice cristallina. Per i valori relativi alla presenza di polveri nell'aria, ed alle quali sono esposti i lavoratori, in Italia ed Europa si fa riferimento ai limiti posti dalla ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Conferenza Americana degli Igienisti Industriali Governativi, con i suoi dettami adottati anche dai principali Contratti Collettivi Nazionali del Lavoro). Le particelle fastidiose sono in grado di provocare ripetuti modesti effetti negativi sui polmoni e non producono gravi malattie organiche né effetti tossici quando l'esposizione a queste sia mantenuta sotto ragionevole controllo. Le polveri fastidiose sono anche chiamate (biologicamente) "inerti", ma quest'ultima definizione non è appropriata: infatti non esiste polvere che non provochi un danno cellulare, anche minimo, sui polmoni, quando venga inalata in quantità sufficiente. Tuttavia, la reazione del tessuto polmonare, causata da inalazione di polveri fastidiose, ha le seguenti caratteristiche:

- la struttura degli alveoli rimane intatta;
- il collagene (tessuto cicatriziale) non si forma in quantità significativa;
- la reazione tissutale è potenzialmente reversibile.

Una concentrazione eccessiva di polveri fastidiose nell'aria dell'ambiente di lavoro può ridurre grandemente la visibilità, può causare un deposito sgradevole negli occhi, nelle orecchie e nelle prime vie respiratorie o può causare danno alla pelle o alle mucose per azione chimica o meccanica, oppure in conseguenza del ripetuto lavaggio necessario per asportare le polveri stesse. I valori limiti di soglia – media ponderata nel tempo (TLV-TWA) = concentrazione media

ponderata nel tempo per una giornata lavorativa di 8 ore e per 40 ore lavorative settimanali, stabiliscono le concentrazioni a cui quasi tutti i lavoratori possono essere esposti ripetutamente, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.

Si ritiene che le moderne tecniche di lavoro, l'adeguata formazione dei lavoratori, l'applicazione di tutti gli accorgimenti atti ad eliminare o ridurre il rischio, l'utilizzo di tutti i dispositivi di protezione, garantiscano contro il rischio di contrarre malattie professionali derivanti dal materiale in esame.

In sintesi, per ciò che concerne la fase di esercizio, le azioni che saranno effettuate al fine di mitigare la polverosità saranno:

- ❖ umidificazione delle piste di accesso mediante autobotte munita di spruzzatori o appositi sistemi di bagnatura.
- ❖ stoccaggio in cumuli all'aperto ed eventualmente umidificati periodicamente in funzione delle condizioni meteorologiche
- ❖ Riduzione della velocità dei mezzi e spegnimento dei medesimi
- ❖ Utilizzo DPI

Impatti fase finale e a seguito del recupero

La miniera alla fine del ciclo di vita previsto, verrà completamente recuperata ed inserita nel contesto di riferimento. Le aree saranno quindi disponibili per usi diversi (specie agricoli) e restituite alle loro funzioni originarie. Le emissioni in atmosfera in fase finale, durante la movimentazione dei mezzi, sono quelle simili a quelle già descritte con riduzione progressiva e eliminazione totale delle emissioni a seguito del recupero.

Dall'analisi della componente ambientale emerge che la capacità complessiva del sistema non è attualmente intaccata e si presenta nel complesso buona. Gli impatti potenzialmente rilevabili in atmosfera, connessi alle emissioni di tutti i parametri, sono transitori e funzione delle tempistiche di effettuazione delle lavorazioni e dovuti principalmente ai mezzi operativi addetti alle lavorazioni. Si tratta di impatti di media entità (almeno per ciò che concerne la polverosità) e di piccola entità o trascurabili (per tutte le altre emissioni), completamente reversibili e comunque in parte controllabili anche durante le fasi operative secondo gli interventi indicati nella presente.

I dati termo-pluviometrici e anemometrici a disposizione non evidenziano comunque fenomeni meteorologici particolari. Il monitoraggio che sarà effettuato attraverso i deposimetri da installare in fase di esercizio consentirà di intervenire potenziando le misure di mitigazione in funzione dei risultati.

Nella zona della concessione mineraria il livello esistente di qualità dell'aria può quindi attualmente essere considerato buono in considerazione del fatto che la distanza di eventuali punti di pressione è tale da non interferire con la qualità dell'aria o con il clima locale.

18 ASPETTI PAESAGGISTICI E IMPATTO VISIVO

Il presente capitolo è specificatamente dedicato alla descrizione dello stato attuale del paesaggio, agli impatti visivi indotti dalla realizzazione dell'opera e alla loro mitigazione.

Esso si articola nei seguenti quattro paragrafi:

- quadro di riferimento normativo;
- stato attuale del paesaggio;
- stima degli impatti;

Quadro normativo di riferimento

Le principali normative di riferimento per quanto riguarda il paesaggio sono:

- D.Lgs. 42/04 recante il "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002 n° 137 e s.m.i.
- L.R. 25/11/2004 n° 8, Piano Paesaggistico Regionale e s.m.i.

Stato attuale del paesaggio

L'area interessata dalle attività è localizzata circa 3.8 Km a Nord dell'abitato di Isili. La visibilità dell'area di intervento si estende a Sud in maniera radente (abitato di Isili) a causa di ostacoli morfologici e vegetazionali mentre verso Ovest – Est e Nord è impedita per motivi morfologici dato che la medesima è posta ad una quota più bassa rispetto alle aree contermini.

Sul lato posto immediatamente ad Est del limite di scavo la visibilità è ostacolata dalla trincea stradale e dalle quote; sul lato Nord la visibilità è limitata all'immediato intorno per questioni di mascheramento offerte dalla collina vegetata adiacente alla miniera.

Sul lato Sud, dalla viabilità di accesso all'area industriale è impossibile scorgere la miniera per questioni altimetriche e la sua visibilità è invece estesa a distanze maggiori di 6 km in quanto altimetricamente più elevate e quindi al Monte Treppe sovrastante l'abitato di Isili. In direzione Ovest la visibilità è mascherata dalla vallata del Flumini Mannu e dalla collina antistante che separa il territorio di Nurallao da quello di Isili.

Chiaramente l'impatto di visibilità maggiore è quello in direzione Sud anche se occorre sottolineare che la visibilità di uno scavo di pochi metri di altezza in un areale di 5,80 ettari sviluppato su un fronte ortogonale a quello di visibilità e quindi non esattamente parallelo alla linea di orizzonte e comunque su un fronte lungo su tale direttrice circa 200 metri, è nel complesso minimo e non percettibile da lunga distanza. Si annulla infatti il potere risolutivo considerando che tali aree sono poste a distanza di circa 5-6 km in linea d'aria dal settore montano che sovrasta l'abitato di Isili.

Si esclude comunque la visibilità da punti singolari di visione pubblica come le aree archeologiche maggiormente frequentate esistenti nelle vicinanze.

Considerando che ai fini della definizione dell'impatto è proprio la componente percettiva visiva del paesaggio che debbono essere indagate nel presente studio di valutazione, una lontananza del punto di visione implica necessariamente un impatto meno elevato o addirittura l'assenza di visibilità per effetto dell'omogeneizzazione del paesaggio sullo sfondo.

Appare infatti importante sottolineare che la visibilità da un potenziale osservatore deve essere connessa all'oggetto osservato da almeno un raggio visuale ininterrotto ma è altrettanto vero che verificarsi di tale eventualità non implica la visibilità e tanto meno la valutazione del "livello di visibilità" dell'oggetto e quindi dell'area di intervento. Deve infatti esser studiato maggiormente l'impatto percettivo verificando una proporzionalità diretta tra la "grandezza percepita" dell'oggetto e il suo impatto sull'osservatore, tenendo come variabili la

sua posizione rispetto all'oggetto e la distanza che li separa nel particolare contesto morfologico che li ospita entrambi.

Di seguito una serie di fotogrammi ripresi dagli assi principali della viabilità (S.S. 128-abitato di Isili, Lago di San Sebastiano, zona industriale) e circostante la miniera dalla quale si può documentare il mascheramento morfologico offerto da terreni adiacenti all'area di intervento.



Figura 102: foto n. 1 - visibilità radente dell'area industriale e mascheramento morfologico dalla zona mineraria dall'uscita dell'abitato di Isili a causa delle ondulazioni della morfologia



Figura 103: foto n. 2 - visibilità radente dell'area industriale e mascheramento morfologico dalla zona mineraria dalla S.S. 128 a causa delle ondulazioni della morfologia



Figura 104: foto n. 3 - fine viadotto Lago San Sebastiano - visibilità impedita per fattori morfologici



Figura 105: foto n. 4 – Incrocio S.S. 128 – viabilità consortile - visibilità impedita per fattori morfologici



Figura 106: Foto n. 5 - strada consortile valle del Flumini Mannu - visibilità impedita per fattori morfologici



Figura 107: foto n. 6: visibilità dall'incrocio della Strada Consortile -area sud della miniera (in rosso il limite di scavo previsto)



Figura 108: foto n. 7: visibilità dall'incrocio della Strada Consortile -area sud della miniera (in rosso il limite di scavo previsto)



Figura 109: foto n. 8: trincea stradale e scarpata che impedisce la visibilità della miniera



Figura 110: Foto n. 9 strada provinciale per Villanovatulo – visibilità impedita per fattori morfologici



Figura 111: Foto n. 10 - strada consortile -area servizio - visibilità impedita per fattori morfologici

Il paesaggio circostante presenta le forme collinari ondulate destinate ad un uso agricolo e da diverse visuali poste lungo gli assi stradali principali o punti di interesse paesaggistico quali il Lago di San Sebastiano non è possibile scorgere l'area mineraria.

Dalle aree indicate è possibile a volte scorgere gli insediamenti esistenti di tipo infrastrutturale che si elevano dal piano di campagna. Non si rilevano però i tratti dell'area mineraria fatta eccezione per l'area posta proprio a ridosso dell'area di scavo e posta in corrispondenza dell'incrocio di accesso all'area industriale. Considerato che tale vista è quella dalla quale sarà possibile scorgere le attività solo ed unicamente quando le medesime saranno giunta intorno al quindicesimo anno, si avrà il tempo di mitigare tale effetto visivo per effetto della piantumazione da attuare su tutto il limite sud dell'area di scavo, alla quota di 501 m. s.l.m. Inoltre, una delle aree proposte per gli interventi di compensazione ambientale è proprio l'area di prelievo inerti (foto n. 6) dalla quale a seguito dell'eventuale recupero del sito, si potrebbe mitigare ugualmente l'impatto di visibilità degli scavi.

La conformazione del territorio rappresenta un limitato interesse paesaggistico nell'area circostante quella di intervento. Nelle aree prevalgono forme di antropizzazione di uso industriale. Localmente anche le infrastrutturazioni connesse alla produzione di energia elettrica stanno modificando il quadro di percezione del paesaggio circostante.

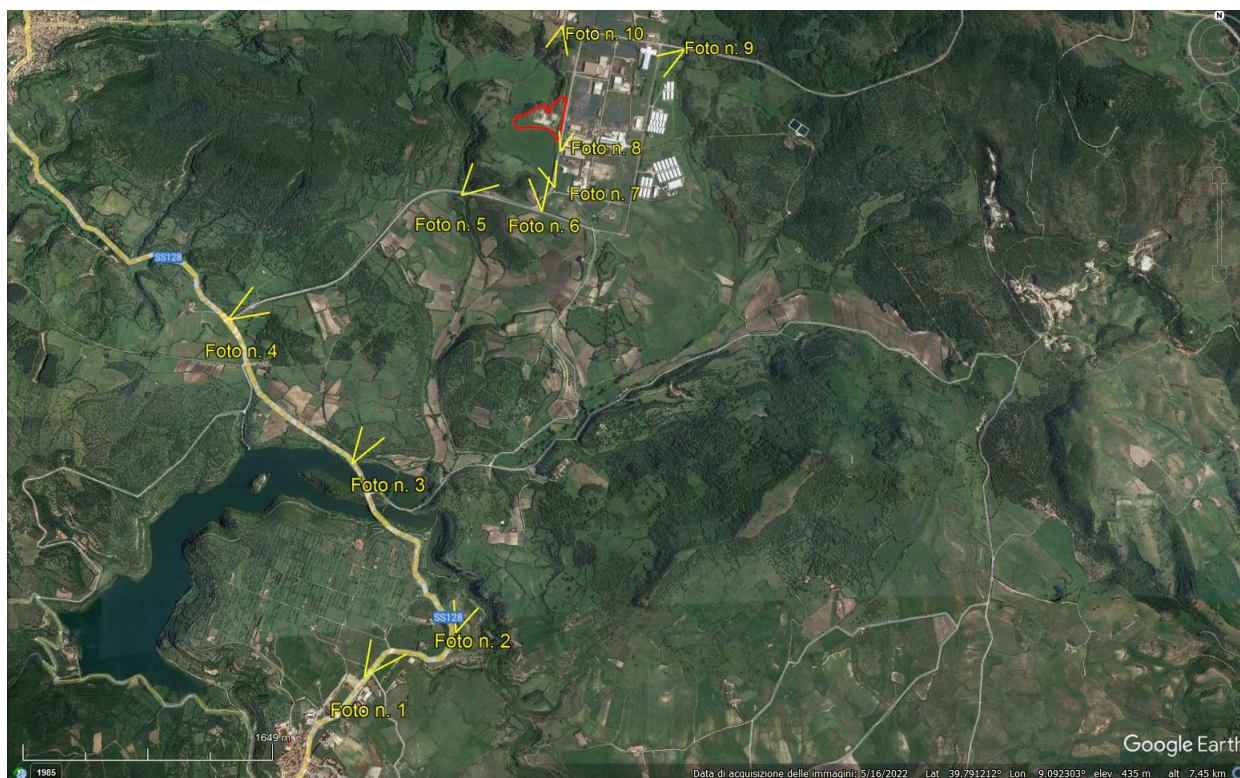


Figura 112: ubicazione dei punti di scatto delle fotografie

Stima degli impatti

La posizione dell'area di intervento determina un impatto visivo contenuto dovuto alla morfologia del territorio e alla tipologia di scavo. L'impatto paesaggistico è estremamente ridotto anche per effetto della posizione leggermente ribassata rispetto alla restante area industriale e di quella circostante che impedisce pertanto localmente l'osservazione della stessa. Infatti, con riferimento all'area vasta la visione è radente o limitata da punti distanti diversi chilometri ma non percettibile data la distanza mentre dalle aree vicine la veduta è localmente impedita per effetto delle ondulazioni morfologiche.

Solo dal settore sud, come già detto, in corrispondenza dell'incrocio della Strada Consortile si ha una certa visibilità degli scavi a partire dal quindicesimo anno ma gli elementi arbustivi che saranno impiantati nell'intorno a quota 501 sin dall'inizio delle attività mitigheranno tale impatto. La visibilità prima di tale periodo è invece impedita proprio dal limite dello scavo attuale. Le simulazioni riportate più sotto evidenziano infatti che gli scavi non oltrepassano il limite del vecchio scavo se non a partire dal quindicesimo anno circa.

Le modificazioni paesaggistiche di rilievo saranno legate solo alla presenza delle limitate variazioni cromatiche dello scavo che comunque non può essere scorto da aree di interesse significativo ma solo ed esclusivamente dalle immediate vicinanze prossime alla zona.

Considerando comunque la localizzazione e l'estensione dell'opera in progetto e quindi la difficile osservazione della stessa dagli altri settori contermini, ne risulta un impatto trascurabile; l'angolo solido di visione da punti di visuale pubblica è infatti estremamente ridotto o nullo a causa della morfologia del settore ed inoltre la visione di elevata distanza non permette che possano svilupparsi campi di visibilità percettibili.

Di seguito si riportano alcune simulazioni esemplificative. In ogni caso le attività previste non risultano particolarmente visibili dai punti di visuale pubblica normalmente utilizzati. Non si rilevano quindi interazioni particolari tra le attività previste e le emergenze paesaggistiche del settore in quanto incrociando la classe di sensibilità del sito su cui è proposto l'intervento e il grado di incidenza del progetto l'impatto paesaggistico è nel complesso sotto le soglie di tolleranza.

Si riportano di seguito anche i modelli 3d di ricostruzione in funzione dell'andamento temporale delle lavorazioni. Di seguito una simulazione fotografica ripresa direttamente dalla strada consortile.



Figura 113: situazione attuale con vista dalla strada consortile

Con riferimento alla sequenza delle fotografie riportate in allegato, si evidenzia che l'intervento di sistemazione finale di rimodellamento consente di recuperare sensibilmente le cadenze naturali del paesaggio circostante. Di seguito si riportano alcune simulazioni esemplificative con riferimento alla figura 113



Figura 114: simulazione lavorazioni e attività gradonatura con ipotesi al quindicesimo anno. In primo piano la barriera verde impiantata già dal primo anno approssimativamente alla quota costante di 511. M. sl.m., limite base della coltivazione.



Figura 115: ipotesi restituzione finale al termine del recupero ambientale. In primo piano la barriera verde. L'abbassamento indotto dalle attività di scavo riportando il rilievo a quota circa 501 m. aumenterà la visibilità del rilievo retrostante rappresentato da parte del Tacco del Sarcidano

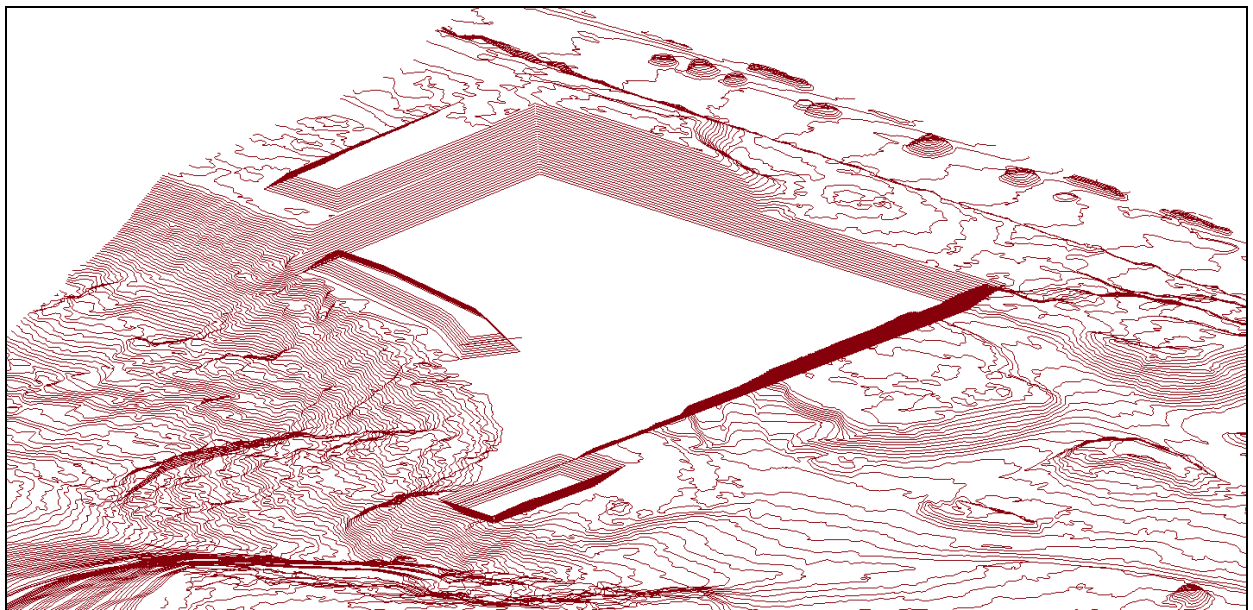


Figura 116: situazione 3d al terzo anno di attività con vista da Sud-Ovest

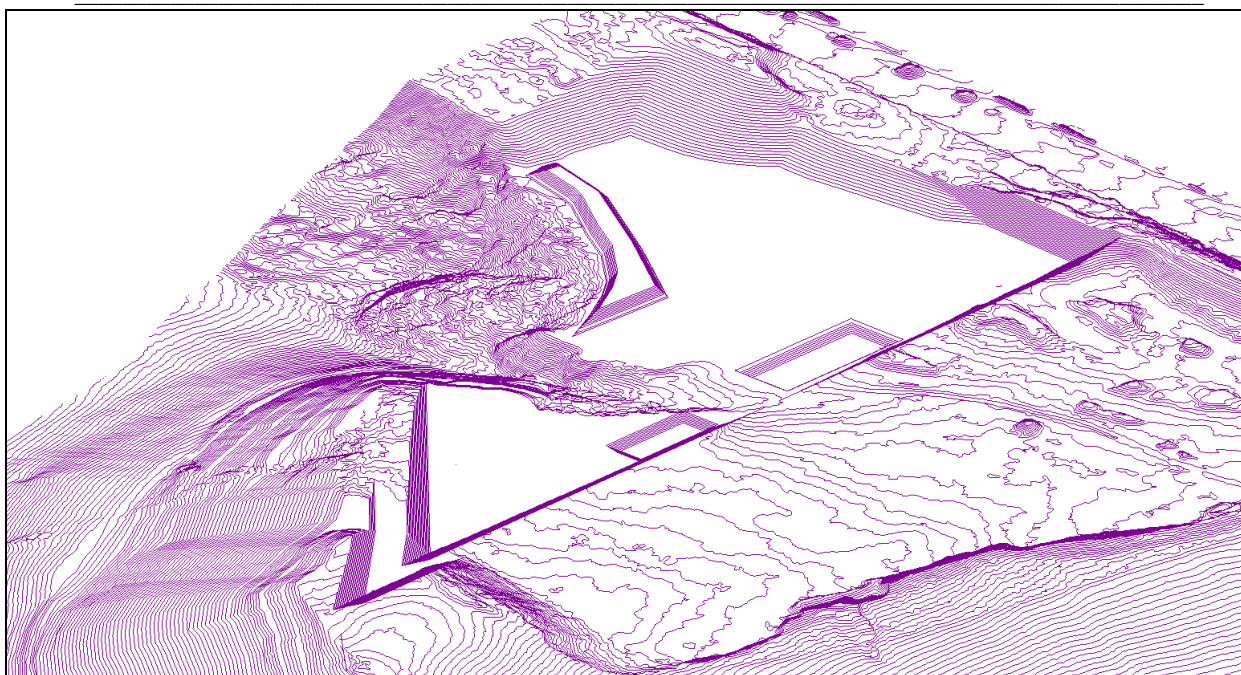


Figura 117: situazione 3d con vista da Sud – Ovest al sesto anno di attività

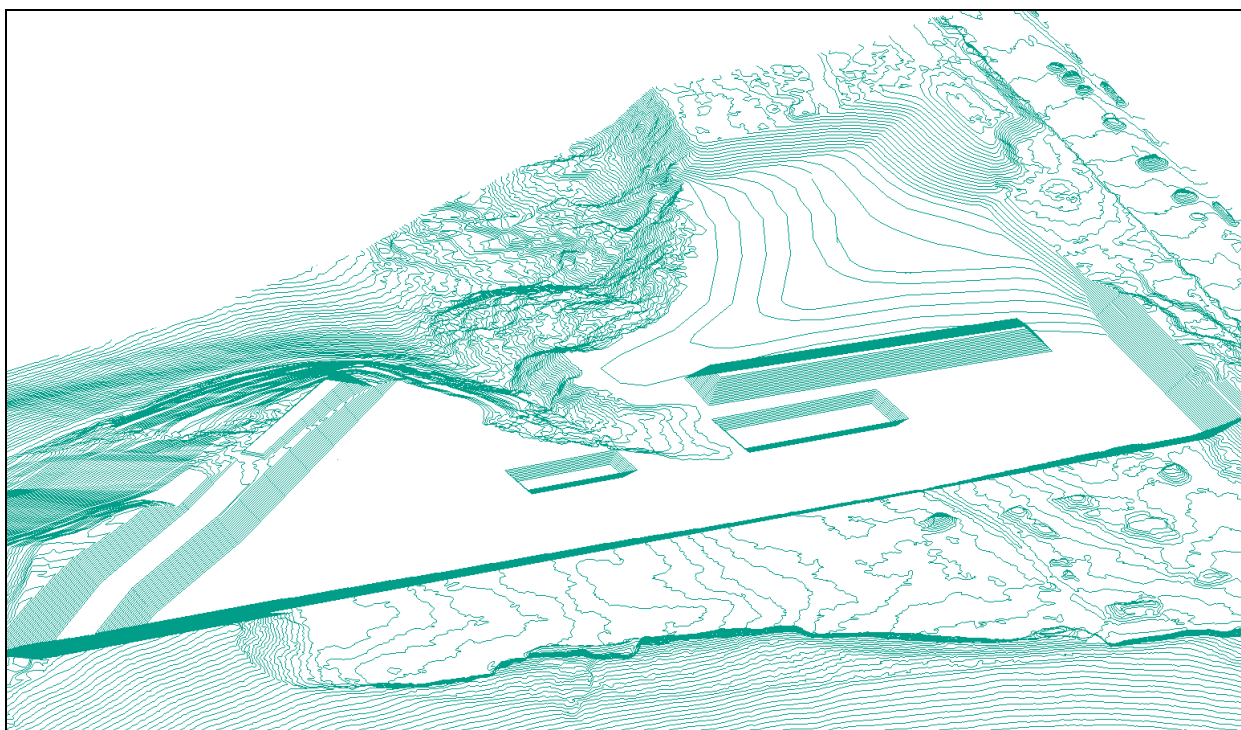


Figura 118: situazione 3d con vista da Sud – Ovest al nono anno di attività

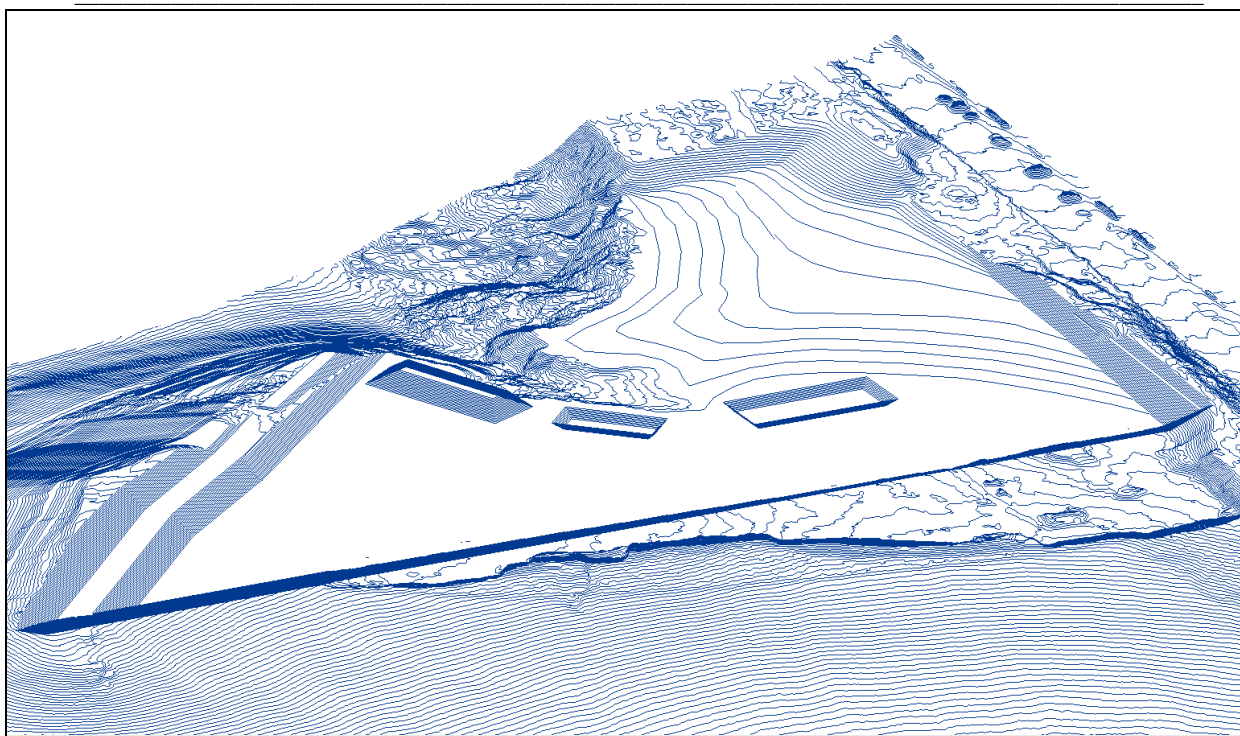


Figura 119: situazione 3d con vista da Sud – Ovest al dodicesimo anno di attività

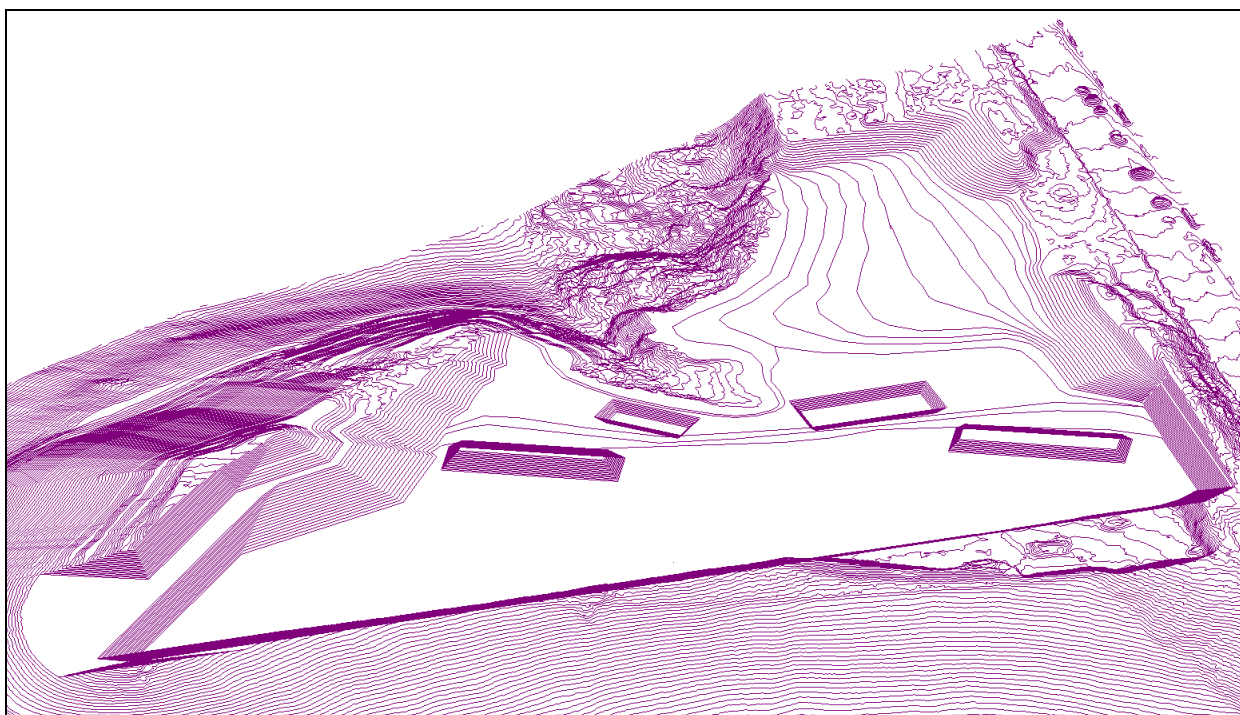


Figura 120: situazione 3d con vista da Sud – Ovest al quindicesimo anno di attività

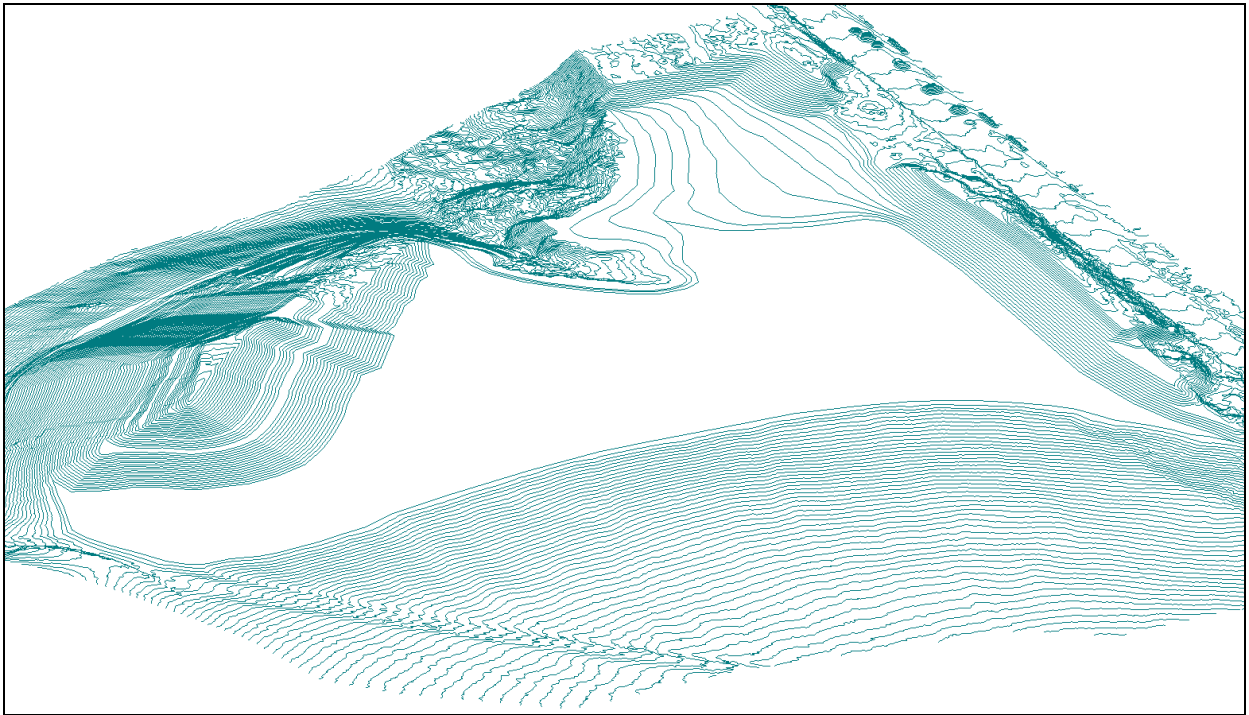


Figura 121: situazione 3d con vista da Sud – Ovest al diciottesimo anno di attività fine lavori

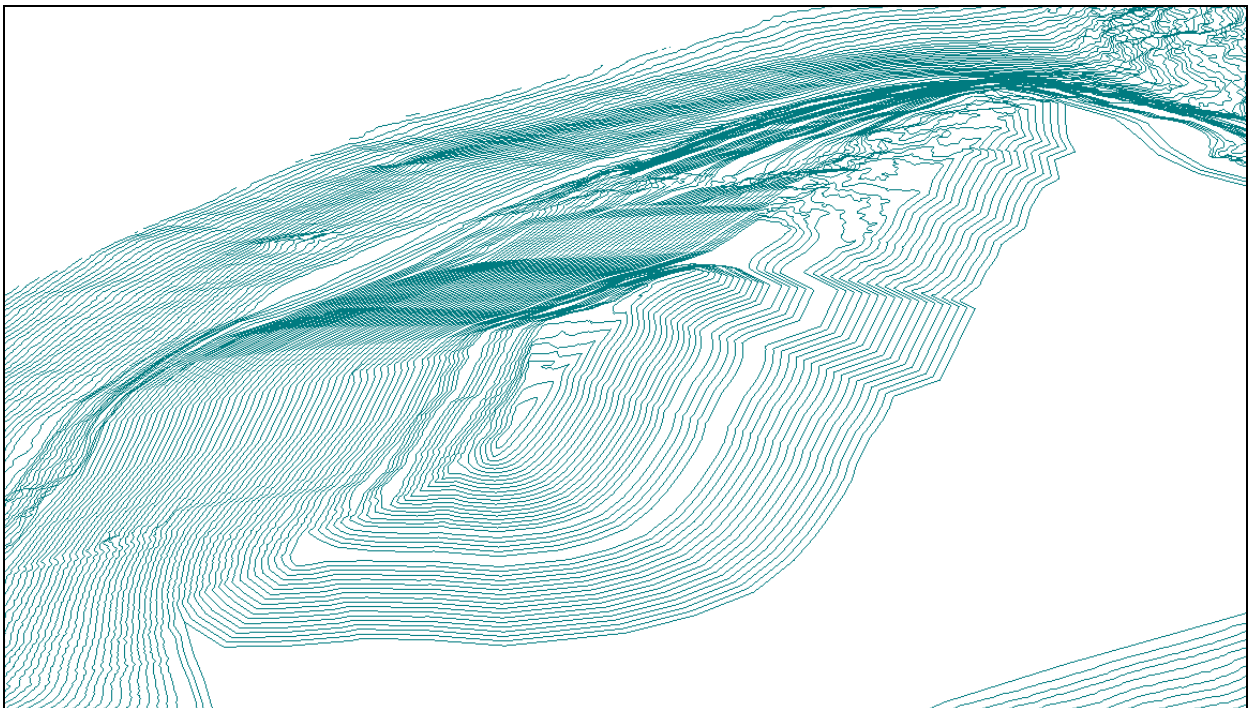


Figura 122: particolare ricostruzione collinare lato Ovest

Dall'analisi della componente ambientale emerge che la capacità complessiva ambientale del paesaggio non sia stata raggiunta nè superata a seguito dell'intervento e quindi l'assegnazione specifica è di grado medio. L'area delle attività si sviluppa in un settore che morfologicamente si presta al mascheramento sia per la posizione che la tipologia di intervento.

La stessa non è visibile da punti di visuale pubblica a causa della distanza che determina l'impercettibilità dell'intervento. Inoltre, l'angolo di visione radente da punti comunque significativamente lontani viene mitigata in ogni caso dall'impianto di un cordolo vegetazionale periferico in tutto il bordo ovest e sud dello scavo. La soluzione di recupero finale prevede l'inserimento armonioso nel settore agricolo circostante.

19. BENI MATERIALI E PATRIMONIO STORICO - CULTURALE

Il presente capitolo è specificatamente dedicato alla descrizione della presenza e importanza dei beni archeologici e storico artistici presenti nell'intorno dell'area della miniera, agli impatti indotti dalla realizzazione dell'opera e alla loro mitigazione.

Esso si articola nei seguenti tre paragrafi:

- quadro di riferimento normativo;
- descrizione dei beni archeologici e stima degli impatti
- sintesi.

Quadro normativo di riferimento

Le principali normative di riferimento per quanto riguarda i Beni indicati sono:

- D.Lgs. 42/04 recante il "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002 n° 137,

Descrizione dei beni archeologici e stima degli impatti

Con gli studi di dettaglio eseguiti nell'ambito della redazione del PUC di Isili, anche se non più vigente, era già stato effettuato un riordino delle conoscenze e pertanto dato il dettaglio di tale studio si è potuto attingere a tali informazioni ai fini della valutazione degli impatti sull'assetto storico.

Nel territorio di Isili emerge che in base alle attuali conoscenze non si documentano per il territorio insediamenti umani precedenti il IV millennio a.C. si conoscono diverse stazioni litiche segnalate da abbondante dispersione di manufatti in ossidiana del Monte Arci.

La gran parte di essi risale al Neolitico recente – Calcolitico. Così gli insediamenti sommitali di Pranu Ollas sull'altopiano basaltico posto a Sud Est della zona industriale; quelli del pendio di Su Perdosu (posto a ridosso del Lago di San Sebastiano) e degli altri insediamenti presenti alle falde del Monte Guzzini (confine Isili – Nurri) sono da ascrivere al periodo suddetto.

Alle stesse fasi si possono attribuire le sepolture a grotticella artificiale di Domeranus, Settilixi, Fadali, Nedda, Tana de Margianis, siti comunque distanti dal punto di intervento. Dal riparo sotto roccia di Crabilis (a circa 1,5 Km a Nord del paese) sono stati recuperati frammenti fittili, decorati nello stile tipico della cultura di Monte Claro.

Il megalitismo prenuragico è attestato dal dolmen di Pranu Tres Litteras, situato nei pressi della località Baraci sotto il pianoro basaltico del Monte Guzzini.

Lo scavo del monumento funerario di Murisiddi, ubicato nei pressi della diga di Is Barroccus, ha riportato alla luce una tomba di forma sub-rettangolare in cui si osserva che tutta la struttura riutilizza frammenti di statue menhir deliberatamente spezzate.

Il deposito archeologico è apparso rimestato e i resti umani non in connessione anatomica. La rilevanza scientifica dello scavo della tomba di Murisiddi è data dal fatto che esso offre preziosi dati di cronologia relativa ai fini della datazione delle statue menhir.

I manufatti scultorei di Murisiddi precedono infatti lo sviluppo della cultura di Bonnannaro del bronzo antico isolano.

Di particolare importanza nel territorio di Isili è lo sviluppo dell'età nuragica che si manifesta con 45 nuraghi, che si distribuiscono sul territorio con una densità di circa 0,7 per Km².

La collocazione dei nuraghi è prevalente alle quote comprese tra il 470 e i 530 m s.l.m., a poca distanza dalle sorgenti o dai corsi d'acqua principali.

All'insieme dei nuraghi sono da aggiungere le aree di interesse archeologico spesso miste e risalenti al periodo del bronzo e al periodo punico e romano.

Riguardo lo stato dei monumenti si osserva che per gran parte di essi si rileva uno stato di degrado totale; alcuni sono stati valorizzati per le loro specificità e localizzazione, ad esempio il nuraghe di Is Paras all'interno del Comune di Isili.

Tutti i beni hanno sempre goduto comunque di una tutela urbanistica che si estende ben oltre i limiti del monumento e che spesso identifica, in corrispondenza delle zone e dei beni di interesse archeologico, estese fasce di tutela aventi raggio minimo di 100 m.

Di particolare interesse sono anche i monumenti religiosi.

La chiesa parrocchiale si ritiene costruita nel secolo XIV°, ha una sola navata e aveva il fronte dalla volta solida col tetto coperto di tavole poggiate su quattro archi di pietra.

La chiesa ha per titolare patrono il martire sardo San Saturnino. Le statue di qualche pregio sono quelle della Madonna del Rosario - Sant'Isidoro - San Pietro d'Alcantara - N.S. del Sacro Cuore ed il Cuor di Gesù.

Pur essendo la chiesa di dimensioni modeste (m. 22,5 x m. 11,6) e senza particolari pitture nella parrocchia si conservano numerose ed importanti reliquie.

Numerose anche le Chiese campestri delle quali solo una agibile.

Per ciò che concerne i beni paesaggistici si osserva che dall'analisi del P.P.R., sono individuabili corsi d'acqua vincolati ai sensi del T.U. 42/04 art. 142 e 143; inoltre sia il Rio Fluminimannu e sia il Rio Brabaciera oltre che iscritti nell'elenco delle acque pubbliche sono segnalati e vincolati ai sensi dell'art. 10 bis della Legge 45/89 e per gli stessi si rileva un vincolo di tutela integrale per una fascia di 150 m. dalle sponde.

Dal punto di vista paesaggistico la varietà delle forme morfologiche legate anche alla differente età dei substrati e ai processi erosivi che vi si manifestano, determina peculiarità e valenze geomorfologiche di rilievo.

L'unità del Monte Simudis e del Monte Trempu, baluardo montano con caratteristiche specifiche di naturalità, con l'appoggio sovrastante dei calcari, le loro incisioni, le vallate calcaree del Rio Su Gaddiu, Rio Corrigas, Rio Paulada, la conformazione morfologica dei tacchi e quella dell'altopiano basaltico del Pranu Ollas determinano varietà e peculiarità degli ambienti che hanno trovato norme specifiche di tutela e salvaguardia sin dal 1995 a seguito della stesura del P.U.C. in adeguamento al P.T.P.

Quanto sopra si trova comunque distribuito in genere a distanze considerevoli dall'area di scavo prevista; infatti nel settore posto a ridosso dell'area di intervento non sono segnalati beni archeologici.

La cartografia del territorio con indicazioni dei beni archeologici e delle zone archeologiche, come già detto presentate in sede di riordino delle conoscenze durante la stesura dell'adeguamento del PUC al PPR (quindi attualmente non vigenti in quanto non si è mai perfezionato l'intero atto) evidenzia infatti che la forte densità di aree archeologiche è posta tra il Lago di San Sebastiano e l'abitato di Isili nonché in tutta la fascia Orientale del territorio tra l'abitato e il confine con i territori di Nurri e Serri.

Dai raffronti effettuati con l'ubicazione dell'area di intervento si può asserire che le aree archeologiche non hanno quindi alcuna connessione con l'area di intervento neanche in termini di interazione non solo paesaggistica ma neanche viaria.

Di seguito il dettaglio con riferimento all'area di intervento.

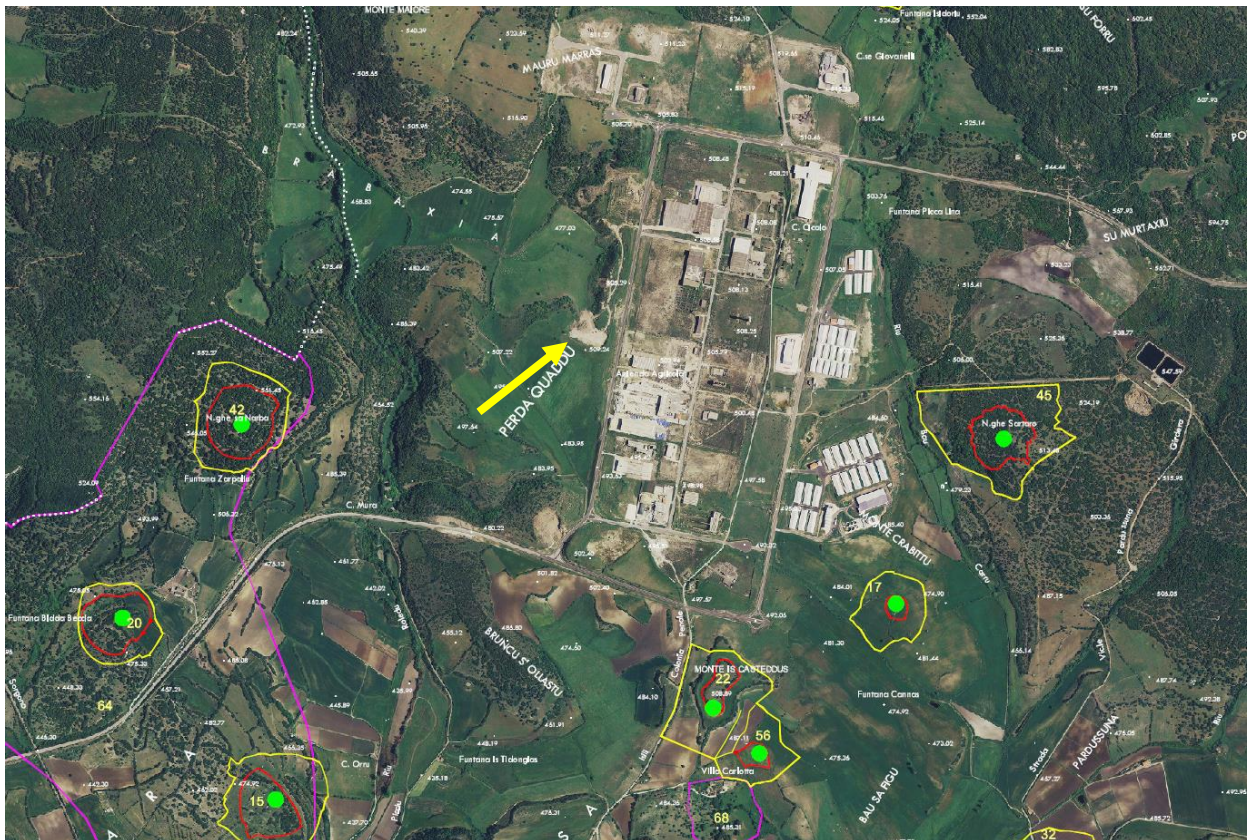


Figura 124: aree di interesse archeologico poste nei dintorni del settore di intervento tutela condizionata (in giallo) tutela integrale (in rosso) (Studi PUC Isili). La freccia gialla indica il punto di intervento

Si osservi come il bene archeologico posto più vicino al punto dello scavo previsto sia il N. ghe Sa Narba posto a Ovest dell'area di scavo, in mezzo alla boscaglia del rilievo collinare denominato Taccu al confine tra Isili e Nurallao oltre la vallata del Flumini Mannu.

Di seguito alcune indicazioni sempre tratte dallo studio citato.

NOME: Sa Narba

CATEGORIA: nuraghe

CRONOLOGIA: Età del Bronzo

CULTURA: Nuragica

COMUNE: Isili (Ca)

LOCALITA': Sa Narba

PROPRIETA': privata

CATASTALI: F 10, M 1

DESCRIZIONE: protonuraghe evoluto



Figura 125: N.ghe Sa Narba

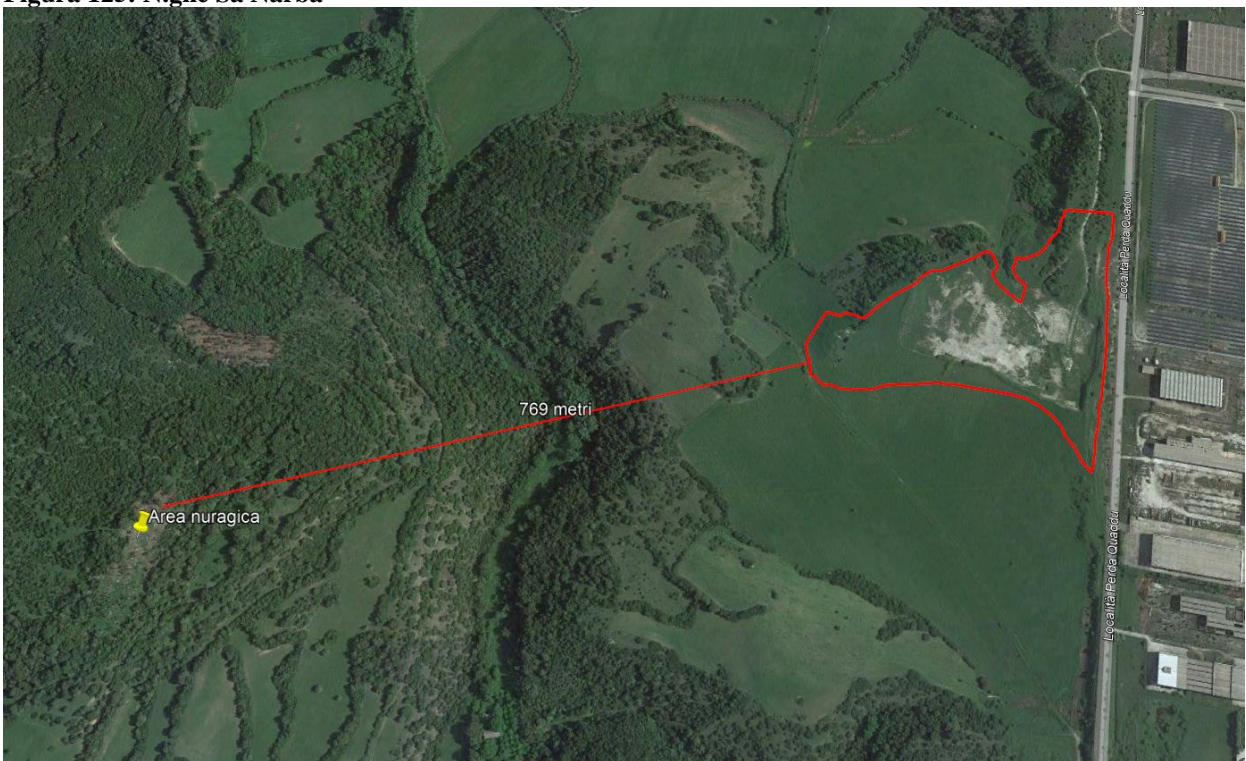


Figura 126: distanza tra area nuragica e area di scavo. La visibilità è impedita per fattori morfologici e vegetazionali

Oltre a quanto sopra indicato è stata effettuata una ricerca nel sito
<http://vincoliinrete.beniculturali.it/vir/vir/vir.html?listaBeniImmobili=173872>.
Le risultanze evidenziano l'assenza di vincoli di tutela in tutta l'area esaminata.

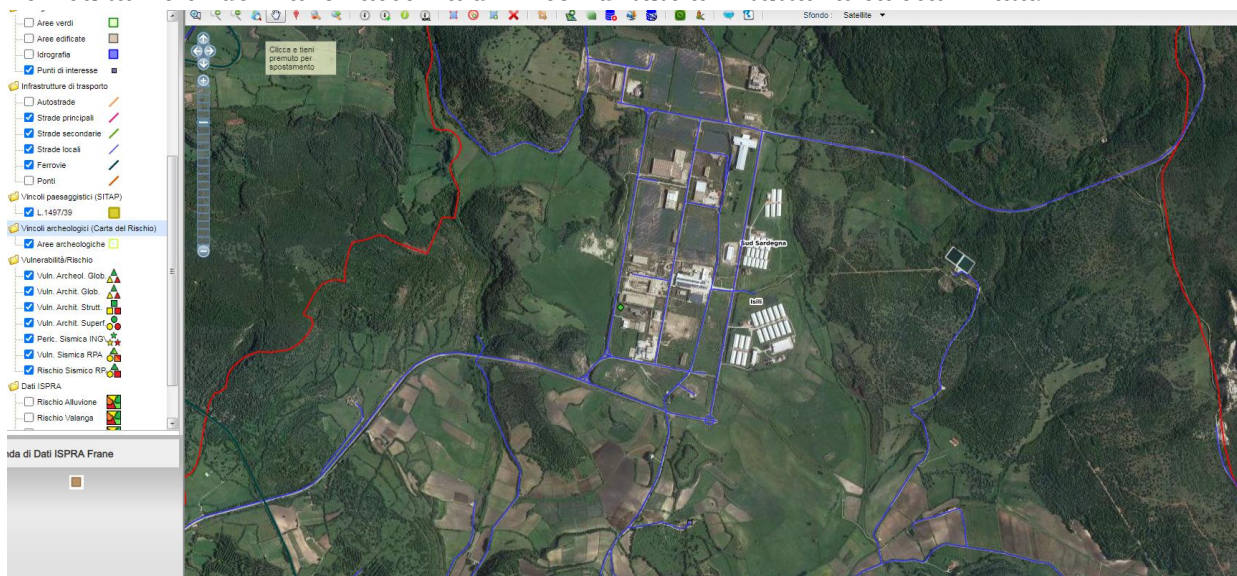


Figura 127: portale vincoli in rete

Alle stesse conclusioni si perviene anche dall'analisi del sito internet Sitap.beniculturali.it.

Oltre a quanto sopra si evidenzia che in sede di rilascio del permesso di ricerca mineraria la nota della Soprintendenza archeologica, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Cagliari, pervenuta il 23.03.2021 prot. 8642 dichiara che l'area interessata dalla ricerca *"non è soggetta a vincoli o altre disposizioni di tutela del patrimonio archeologico"*.

Allo stato attuale nell'area di intervento non sono stati individuati beni archeologici. In ogni caso è intendimento della Società, in caso di rinvenimenti, avvalersi anche della direzione operativa di un archeologo.

Stima degli impatti

Si esclude qualsiasi interferenza sia visiva e sia operativa con le aree archeologiche individuate. I beni indicati sono posti in comparti geomorfologici differenti ed inoltre a distanza di svariati chilometri dal sito in argomento.

L'impatto sui beni archeologici e storico artistici esterni all'area è da ritenere basso o nullo. La capacità di carico non è superata; non si ritiene quindi siano necessarie particolari azioni di mitigazione o compensazione per contenere gli eventuali impatti.

20 RUMORE E RADIAZIONI

Il presente capitolo è specificatamente dedicato al rumore, vibrazioni e radiazioni non ionizzanti connesso all'esecuzione dei lavori e quindi alla fase di esercizio delle attività. Esso si articola nei seguenti tre paragrafi:

- quadro normativo di riferimento;
- clima acustico nell'area vasta;
- radiazioni non ionizzanti definizione del contesto
- stima degli impatti;

Quadro normativo di riferimento

Le principali normative di riferimento per quanto riguarda il clima acustico sono:

- L. 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- Decreto 24 luglio 2006: "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. Modifiche dell'allegato I – Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno. (GU n. 182 del 7-8-2006)"

Il Comune di Isili a Luglio 2006 ha adottato il Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale. Nel medesimo sono indicate le Aree per gli insediamenti produttivi, zone D, presenti nel territorio, come potenzialmente rumorose anche in prospettiva dello sviluppo futuro. In modo particolare è da segnalare l'agglomerato industriale e che nel Piano è stato inserito in classe VI come esclusivamente industriale. Tale area comprende anche il settore proposto per le attività di scavo.

Le aree agricole, date le caratteristiche di coltivazione, hanno minore rumorosità e perdurante solo in alcuni periodi dell'anno e pertanto sono state classificate prevalentemente in classe III.

Clima acustico nell'area vasta

Per ciò che concerne il clima acustico è già stato evidenziato più sopra che il Comune ha un piano di zonizzazione acustica. Per ciascuna delle sei classi acustiche definite nel Piano, il DPCM del 14/11/1997 individua i limiti massimi del livello di rumore; tali limiti, determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere, integrano i valori precedentemente fissati nella tab. 2 del DPCM 01/03/91. Per i valori limite differenziali di immissione – Leq in dB(A) nelle aree esclusivamente industriali i valori non si applicano alla classe VI.

Per il settore in questione è stata comunque effettuata una valutazione previsionale di impatto acustico alla quale si rimanda per i relativi contenuti.

Nell'area in esame non si riscontra la presenza di ricettori in classe I; si rileva inoltre che dall'analisi dell'area di studio si è riscontrata la totale assenza di edifici residenziali nelle vicinanze ma solo di aree di interesse industriale.

Si riportano di seguito, su ortofoto, i principali ricettori su area vasta (500 m dal limite dello scavo) nel quale figurano 5 complessi produttivi.

Si noti come gli stessi ricettori siano complessivamente distanti (circa 450 metri), pertanto gli stessi non risentono di potenziali azioni indotte che comunque si escludono, data la distanza e la limitata attività prevista in cantiere.

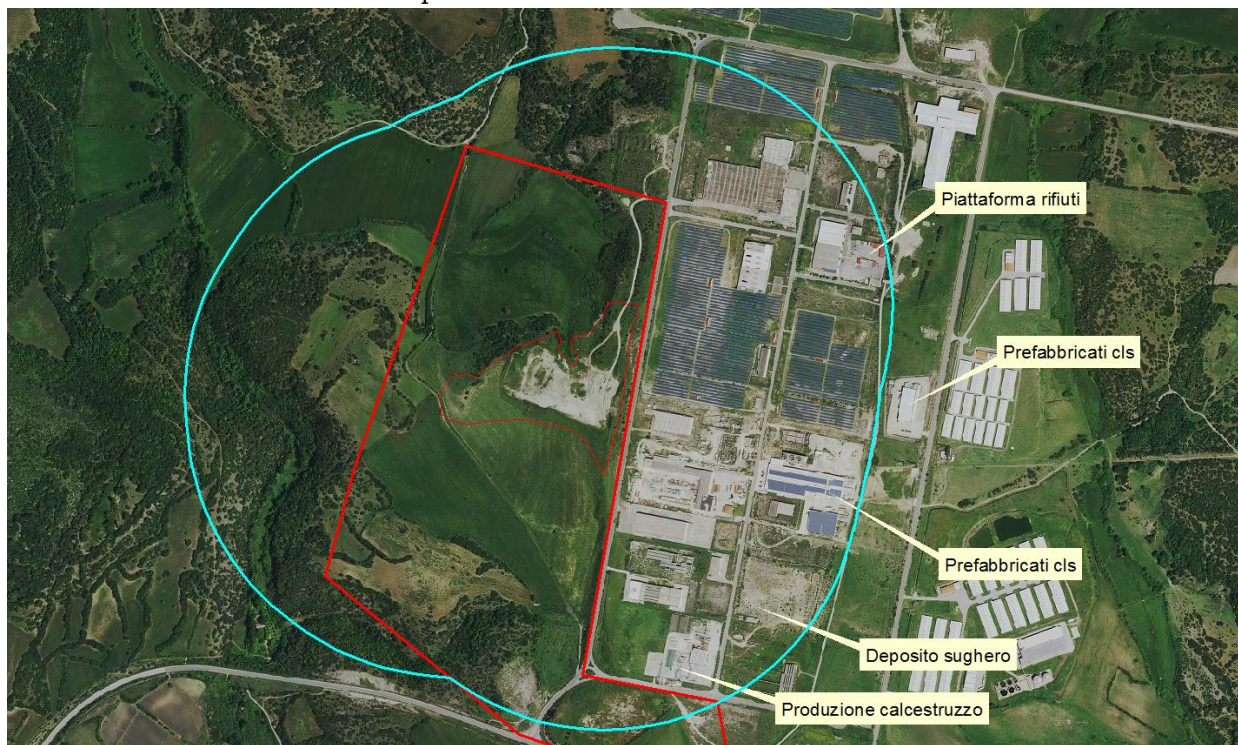


Figura 128: ricettori posti nell'area intorno alla zona di intervento

Le sorgenti sonore esistenti ed esterne all'area mineraria sono le seguenti:

1. la generazione di rumore derivante dal passaggio sporadico di autovetture o mezzi agricoli o connessi agli allevamenti sulle strade sterrate che conducono ai vari fondi;
2. la generazione sporadica di rumore derivante dalla presenza di macchinari utilizzati dalle aziende localizzate in zone circostanti ma a distanza notevole dal sito di intervento;

In relazione alle attività minerarie e quindi valutando l'aspetto cumulativo di impatto acustico nel complesso, le sorgenti fisse di rumore associate all'attività sono, in generale, quelle dei macchinari necessari per l'estrazione. La rumorosità è associata pressoché totalmente alla movimentazione dei mezzi impiegati all'interno delle aree di coltivazione per l'estrazione del materiale e le successive operazioni di carico sui mezzi di trasporto per le destinazioni finali.

L'attività della miniera si svolge su un unico turno, compreso nel Tr diurno.

Si evidenzia che l'area sarà perimetrata e dotata di appositi cartelli ammonitori nei casi i valori rilevati dalle misurazioni previste dalle normative vigenti abbiano superato il valore limite prescritto). Si evidenzia comunque la scarsa o inesistente possibilità di inquinamento acustico nell'ambiente circostante, vista la lontananza da centri abitati e dai ricettori.

La rumorosità di fondo è comunque variabile in funzione della zona operativa, della ventosità e della tipicità di attività. Dalle risultanze della presente analisi si evidenzia quindi che il livello di pressione sonora immesso dalle sorgenti di rumore all'esterno verso i ricettori risulta essere con ogni probabilità inferiore al valore limite di immissione stabilito dal legislatore. L'attività mineraria viene quindi dichiarata compatibile da punto di vista acustico

senza alcun intervento di mitigazione acustica. Si rimanda alla relazione previsionale di impatto acustico allegata al progetto

Radiazioni

Le radiazioni trasportano energia nello spazio e si distinguono in ionizzanti e non ionizzanti, in funzione dell'energia ad esse associata. Tale energia viene ceduta, in parte o totalmente, nell'attraversare la materia. Sia nel caso delle ionizzanti che in quello delle non ionizzanti in ambiente abitativo o esterno, vi può essere sia una componente naturale alle radiazioni, che costituisce il fondo ambientale, sia una componente antropica.

L'attività prevista non comporta emissioni di radiazioni ma al contrario è da rilevare come nell'aria vasta vi siano numerosi campi elettrici e magnetici generati dalle linee di alta tensione e media tensione tuttavia esterni all'area di intervento e della concessione mineraria richiesta. Dall'analisi globale emerge che, dai dati disponibili, la pressione ambientale originata dai campi elettromagnetici è nel complesso nulla per il settore in questione e pertanto il rischio di esposizione per i lavoratori è nel complesso trascurabile.

Stima degli impatti

Per quanto riguarda i rumori, durante le attività, la generazione di emissioni acustiche con impatti di tipo reversibile ed entità trascurabili, potrà essere imputabile unicamente al funzionamento di macchinari di varia natura, quali, pale cingolate e gommate, escavatori ecc., e al movimento dei mezzi pesanti quali autocarri per il trasporto di materiali, movimenti terra.

Il rumore emesso nel corso dei lavori sarà caratterizzato dalla natura intermittente e temporanea degli stessi e in funzione dell'ubicazione della zona di intervento. Di seguito si riportano i valori stimati di alcuni macchinari solitamente utilizzati in fase operativa:

- escavatori: 80 Leq dB(A) a 10 m;
- autocarro: 80 Leq dB(A) a 10 m;
- pale meccaniche: 70 Leq dB(A) a 10 m.

Si osserva che le sorgenti di rumore sono esclusivamente i mezzi di scavo e movimentazione del materiale e i mezzi di trasporto del materiale. Si ritiene che allo stato attuale e con le considerazioni riportate nella presente non siano necessari interventi per limitare i livelli di immissione. Per il contenimento dei rumori in fase operativa è prevista l'adozione di limiti di velocità e il mantenimento in accensione dei mezzi solo quando effettivamente necessari. Per quanto riguarda le vibrazioni data l'ubicazione della miniera rispetto ai recettori potenziali sensibili, si può escludere qualsiasi previsione di impatto sull'ambiente circostante. Si evidenzia che non è previsto l'utilizzo di esplosivi. Ciò nonostante, saranno predisposte campagne di misura periodiche all'interno della miniera (relazione acustiche) per la verifica del rispetto della normativa in materia. Si esclude comunque qualsiasi tipo di interferenza sonora e impatto. L'attività è comunque assente nelle ore notturne. L'ambiente naturale ricadente nelle aree prossime alla zona di intervento non è popolato, come già specificato, da specie particolarmente sensibili a livelli di rumore ambientale. Anche in relazione alla valutazione delle vibrazioni non sussistono particolari situazioni di rischio per i lavoratori. Non è prevista l'emissione di radiazioni. Dall'analisi della componente ambientale emerge che la capacità complessiva non sia stata raggiunta nè superata e quindi l'assegnazione specifica è di grado massimo. Gli impatti delle lavorazioni saranno quindi di entità trascurabile in quanto non incrementano il rumore di fondo già attualmente presente. Non si rilevano ulteriori fonti di rumore oltre ai macchinari normalmente usati.

21 ASSETTO GENERALE DELLA VIABILITÀ

Il presente capitolo è specificatamente dedicato alla descrizione dell'assetto generale della viabilità, alle interferenze delle attività con il sistema indicato e alla realizzazione delle opere di mitigazione.

Esso si articola nei seguenti paragrafi:

- descrizione della viabilità
- descrizione degli impatti

descrizione della viabilità

Con riferimento alla proposta di progetto in esame, si osserva che il settore d'intervento tenendo conto anche dei percorsi che saranno interessati dal traffico veicolare connesso alla miniera è facilmente raggiungibile. L'accessibilità e il trasporto delle materie prime al sito è garantita dalla S.S. 128 per 3 Km sino a Nurallao e da qui dalla S.S. 197 sino alla S.S. 131 (Villasanta) dove si imbocca la S.S. 131. Dalla S.S. 197 i mezzi possono accedere anche verso Genoni e a valle nella S.S. 442 sino al bivio Escovedu per poi procedere sulle Strade Provinciali in direzione Oristano e S.S. 131 verso Porto Torres.



Figura 129: itinerario mezzi (in rosso direzione Cagliari, in ciano direzione Oristano e Porto Torres)

L'accesso alla S.S. 128 e Nurallao, è garantito dalla percorrenza di circa 3,4 Km della Strada Consortile. Un altro accesso secondario in caso di necessità potrà essere reso disponibile dalla Strada Vicinale Mauru Marras dall'area di servizio n. 1 (parcheggio)

Si rimanda alla tavola di progetto della quale si riporta di seguito un apposito stralcio.

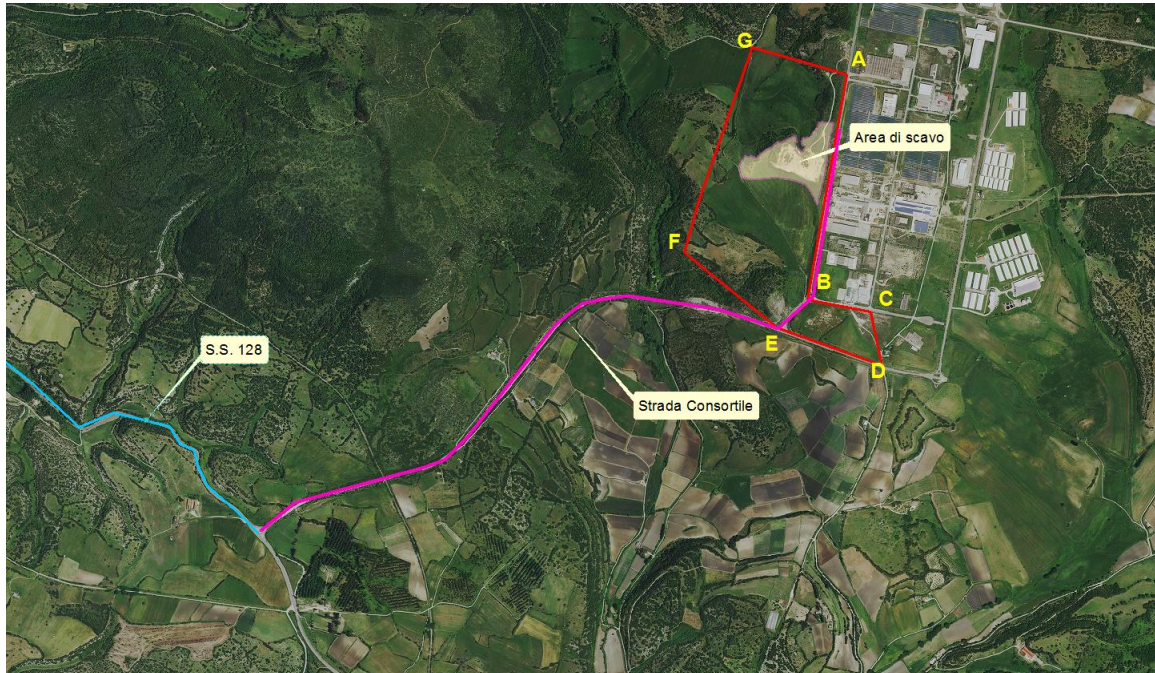


Figura 130: percorrenza area consortile - S.S. 128

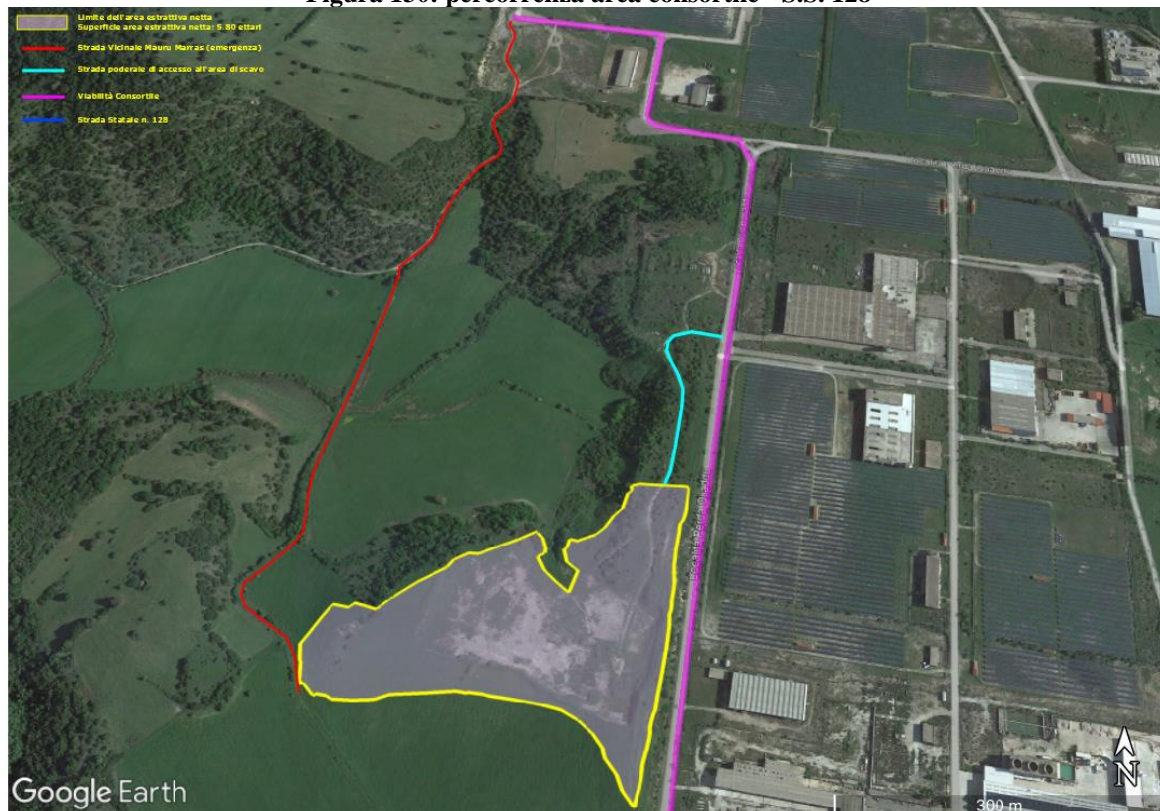


Figura 131: itinerario di accesso alla miniera

La viabilità indicata è idonea per il transito dei mezzi senza necessità di adeguamenti fatta eccezione per la Strada Mauru Marras verso la quale potranno essere effettuate a carico della proponente eventuali manutenzioni straordinarie previo accordo con il Comune di Isili, anche nell'ottica di una futura fattiva collaborazione con L'Ente al quale la Società proponente ha espresso la propria disponibilità anche per interventi di compensazione ambientale di cui si dirà nel proseguo.

Descrizione degli impatti

L'impatto sulla viabilità è di bassa entità in quanto le interazioni negative tra l'attività estrattive e la viabilità sono lievi.

Il progetto prevede una capacità produttiva e vendita minima di circa 17.286 tonn/anno e complessiva in 18 anni di ca. 311.147 tonn.

Le attività previste saranno esplicate in una tempistica di 18 anni, completa delle fasi di ripristino e rimodellamento morfologico dei luoghi.

Dall'analisi della produzione si osserva che l'attività sarà svolta per circa 220 giornate lavorative annue pertanto si prevede una incidenza minima di trasporti in media pari a circa 80 tonn/d ossia un transito di circa 3 mezzi al giorno; pertanto si prevede una incidenza minima sui trasporti. Considerando infatti la portata dei mezzi in uscita dal cantiere si possono stimare al massimo 576 viaggi complessivi annui. Nei periodi di massima produttività considerando quindi la produzione massima prevista annuale che può comunque raggiungere anche quasi le 22.000 tonn/anno si avrebbe al massimo un incremento di ulteriori due mezzi/giorno.

Da quanto sinora esposto ne deriva che a fronte della produzione annua prevista che indice sulla viabilità circostante che quindi gli impatti siano contenuti se rapportati ai flussi veicolari esistenti che come da analisi del piano dei Trasporti riportata nel quadro programmatico e che assomma, in direzione Nurallao (S.S. 128) circa 45 veicoli pesanti /die.

Si esclude qualsiasi interferenza con la viabilità comunale e Statale in relazione ad eventuali rilasci di materiali argilloso e fangoso in quanto i mezzi di trasporto attraverseranno naturalmente una viabilità sterrata che di fatto, a seguito del rullaggio, comporterà la pulizia dei pneumatici.

La società si impegna comunque a ripristinare eventuali tratti della strada comunale qualora gli stessi si deteriorino al seguito del passaggio dei mezzi.

Dall'analisi della componente ambientale emerge che la capacità complessiva non sia stata raggiunta nè superata. Gli impatti sono di bassa o lievissima entità sul traffico e sull'assetto viario per effetto del transito dei mezzi adibiti alle sole attività di fornitura interna del cantiere e al traffico dei dipendenti e mezzi operativi. Si tratta di un impatto comunque reversibile e temporaneo in funzione della produttività della miniera.

22 QUADRO ECONOMICO DELL'INIZIATIVA – COSTI E BENEFICI

elementi economici del progetto e costi-benefici

Per ciò che concerne un calcolo estimativo delle lavorazioni previste per l'attuazione del progetto, si evidenzia innanzitutto che la direzione dei lavori è affidata all'esterno e sono quindi previsti oneri aggiuntivi in relazione all'attuazione del progetto. Gli oneri della sicurezza sono stimati in circa il 3% dell'importo. Gli imprevisti sono stimati nell'ordine del 5% dell'importo. Ai fini del costo complessivo del progetto, si è fatto riferimento al format C3 della Delibera Regionale 11-75 del 24/03/2021. I costi si intendono escluso IVA e comprensivo dei costi necessari per la risistemazione delle aree. In via generale si distinguono le seguenti voci e si rimanda al Format C3 allegato al progetto. I seguenti costi derivano dagli accordi interni di natura commerciale

- a) *Costi relativi all'affitto dei terreni € 8.000/anno (stimata 144.000 euro per la durata complessiva del progetto)*
- b) *Costi di progettazione € 25.000,00*
- c) *Costi direzione lavori e sicurezza: € 4.000,00/anno*
- d) *Preparazione dei terreni, spostamento e accumulo terra vegetale e movimentazione della stessa per il rimodellamento in cumuli periferici della terra vegetale € 2.25/mc. Considerando la movimentazione totale di 20.000 mc di suolo si ottiene un valore globale pari a € 45.000,00*
- e) *Opere di compensazione consistenti nel miglioramento del verde pubblico di Isili. Costo globale al momento quantificato in circa € 30.000 considerando che allo stato attuale non si è ancora avuta risposta dalla concertazione con il comune di Isili in relazione agli eventuali interventi da attuare*
- f) *Opere di mitigazione iniziale-piantumazione € 5.000*
- g) *Accessi, manutenzioni, stimati € 10.000*
- h) *Spese monitoraggio stimate circa 5.000,00/anno*

Considerando che il costo totale di produzione, ottenuto in funzione dei parametri analizzati (nolo, consumi mezzi etc.) e secondo le diverse fasi di produzione indicate, è pari a circa **€/tonn 6.50, comprendendo tutti i costi di gestione, ammortamenti, interessi passivi, ecc. si evidenzia che il costo totale da sostenere per la produzione media di ca. 17.286 tonn/anno lordi in banco di argille può essere stimato in € 112.359 ca. mentre complessivamente per la produzione di 311.147 tonn. circa di argilla assomma a € 2.022.455,50.** Il prezzo di vendita è fissato in € 25.00 a tonnellata. A tali costi devono essere aggiunti quelli relativi ai costi preparatori ed opere accessorie sopra richiamati. Al fine di sommare i costi di recupero ambientale (da sommare ai costi di produzione anzidetti), si considerano le seguenti voci (riportate su una superficie di circa 5.8 Ha stimata complessivamente per l'intera area. Il calcolo, reso obbligatorio per effetto delle NDA del P.P.R. art. 96, viene eseguito sulla base dei contenuti riportati nella Deliberazione N. 47/42 del 14.11.2013 avente per oggetto: *Garanzie fideiussorie relative alla esecuzione delle opere di ripristino ambientale nei siti estrattivi. Direttive sul calcolo dell'importo garantito.*

Nella suddetta Deliberazione si propone che *“l'importo delle garanzie fideiussorie relative alle opere di ripristino ambientale nei siti estrattivi, sia pari all'importo di un computo metrico estimativo delle lavorazioni previste nel progetto di recupero ambientale, determinato utilizzando le voci e i prezzi contenuti nei prezziari regionali (Prezzario dei Lavori Pubblici e Prezzario Regionale delle Opere di miglioramento fondiario). Qualora determinate lavorazioni previste in*

progetto non siano contemplate nei suddetti Prezzari, i relativi prezzi dovranno essere giustificati dal progettista incaricato, con uno specifico documento di analisi prezzi utilizzando ove possibile i prezzi elementari riportati nei Prezzari".

Per le seguenti operazioni, in accordo con le deliberazioni della giunta regionale che impongono anche il calcolo degli oneri di recupero ambientale, si utilizzano i prezzari delle opere pubbliche e delle opere agricole.

Ai fini della ricostituzione morfologica dell'area di scavo si identificano pertanto le seguenti voci di costo:

Per ciò che concerne i riporti si osserva che è previsto il riutilizzo ai fini del recupero ambientale dello sterile e minerali non utili estratti (costituiti da conglomerati, livelli sabbiosi non utili intercalati e riporti antropici esistenti) di circa **45.723 mc/banco** (il volume totale degli sterili comprensivo del suolo è pari a 65.723 mc).

Occorre comunque effettuare alcune considerazioni in relazione alla costipazione al fine di garantire la stabilità dei riempimenti. In pratica c'è da sottolineare che l'opera di ricostruzione viene effettuata con metodologie che antropicamente incidono sull'addensamento dei materiali (non sulla consolidazione che è un processo più lento). Viene quindi effettuata una compattazione artificiale che determina comunque una compressione del terreno. Di certo nelle opere di recupero ambientale non si eseguono stabilizzazioni chimiche o correzioni granulometriche perchè comunque non si debbono ottenere particolari valori di portanza dei terreni (come capita ad esempio nella costruzione di un rilevato stradale) ma l'addensamento viene conseguito con l'impiego dei soli mezzi (passaggio continuo dell'escavatore e del mezzo d'opera) senza quindi l'ausilio di macchine costipanti.

Ai fini di una accurata valutazione dell'addensamento occorrerebbe eseguire prove geotecniche specifiche di laboratorio e prove in situ sui materiali costipati. Tali prove esulano dalla presente stante la tipologia di opera in questione e la complessità e numerosità delle medesime che dovrebbero appunto essere eseguite durante l'esecuzione dei lavori (ad esempio prove con volumometro a sabbia e prove su piastra). Pur tuttavia verrà comunque quantificato un volume aggiuntivo per l'ottenimento di un risultato medio che comunque dipenderà dalla tipologia di materiale disponibile, dal loro spessore, dalle modalità operative e dalle tipologie dei mezzi impiegati e in particolar modo dalla presenza d'acqua. Infatti, il terreno compattato con le giuste quantità d'acqua occupa un volume inferiore rispetto al suo stato naturale e quindi subisce una variazione di volume che ne caratterizza appunto l'addensamento.

L'incremento dell'indice di compattezza è funzione dell'indice dei vuoti minimo, massimo e allo stato naturale. Va notato che la riduzione di volume dovuta alla compattazione di un materiale è espressa in valore percentuale rispetto al materiale in banco e non riferita al materiale sciolto (che subisce un rigonfiamento rispetto allo stato in banco). In via generale, per un materiale conglomeratico con materiali argillosi non utili, si potrebbero prospettare i seguenti valori: percentuale di rigonfiamento variabile dal 20% al 30% e quindi mediamente del 25%, valore medio della massa volumica in banco di 2.0 T/mc, valore medio della massa volumica in sciolto 1,4 T/mc, valore medio della massa volumica in costipato 1.7 T/mc, percentuale di addensamento pari al 20% circa. La variabilità del peso specifico in banco può determinare scostamenti in funzione della tipologia del materiale. Allo stato attuale si utilizza pertanto il parametro del 20-25% in linea con valori di rocce poco compatte.

In linea generale si prevede quindi che l'aumento volumetrico legato allo scavo sia nel complesso pari alla percentuale di costipamento o poco meno.

Nel complesso si prevedono le seguenti lavorazioni considerando che i materiali sterili vengano scavati e trasportati nelle fasi di escavazione mineraria direttamente nelle aree di accumulo e

pertanto i costi di estrazione, carico e trasporto sono già computati nelle normali attività di scavo minerario:

- Rimodellamento e compattazione del comparto con una volumetria di circa 45.723 mc di materiali sterili per colmare i vuoti di coltivazione (parte degli stessi in caso di esubero potranno essere riutilizzati per le opere di compensazione ambientale)
- Scarificazione e preparazione del sottofondo
- Carico, trasporto e scarico terre vegetali abbancate in cantiere per un totale di 20.000 mc
- Rimodellamento del terreno (spessore previsto 35 cm) disponibili nell'area di miniera, finalizzato alla ricostituzione del suolo agricolo su una superficie complessiva di circa 5.8 ettari
- Miglioramento della qualità del suolo

Rimodellamento e compattazione sterili

Il valore della compattazione e del rimodellamento è come già detto frutto del passaggio generale dei mezzi. Per il rimodellamento è previsto l'utilizzo di un mezzo meccanico (escavatore, pala cingolata o altro mezzo) che effettui la necessaria compensazione tra le ondulazioni dello sterile scaricato (e quindi normalmente computato nelle attività di miniera) almeno sul primo metro dal p.c. In via generale si osservi che il prezzario delle Opere Agricole della Regione Sardegna, allegato alla determinazione n. 1505-13 del 20/01/2017 e s.m.i. stabilisce che i movimenti di terra con compenso tra scavi e riporti (superiori a mc 400/ha) da effettuare con mezzi meccanici, necessari allo spianamento e computati per il solo scavo (operazione da assentirsi soltanto in caso di superfici sensibilmente mosse e con movimenti di terra superiori a 500 mc/Ha e da documentare con piano quotato, sezioni e calcolo dei movimenti di terra) quantifica il costo a mc pari a € 2.60.

Considerate le condizioni morfologiche legate alla tipologia di recupero e alle modalità operative, si ipotizza che tale operazione venga realizzata su una volumetria complessiva massima di circa 2500 mc/Ha ossia quindi su circa 14.500 mc considerando la superficie complessiva da rimodellare e quindi pari a 5.8 ettari. Tale voce è in realtà da intendersi efficace per le operazioni di stendimento dello sterile per le quali sarebbe di difficile valutazione l'azione del dozer cingolato in quanto il dato volumetrico di azione della lama è di difficile comparazione e determinazione ed inoltre il costo orario e gli spazi di azione influiscono in maniera sensibile sui costi.

Codice	Descrizione	Quantità	Importo	Totale/mc
G.014	Movimenti di terra con compenso tra scavi e riporti da effettuare con mezzi meccanici, necessari allo spianamento e computati per il solo scavo (operazione da assentirsi soltanto in caso di superfici sensibilmente mosse e con movimenti di terra superiori a 500 mc/Ha e da documentare con piano quotato, sezioni e calcolo dei movimenti di terra).			
	Totale	14.500 mc	€ 2.60/mc	€ 37.700,00

Scarificazione e preparazione del sottofondo

Per la preparazione del fondo, prima della stesura del terreno vegetale, viene utilizzata la voce G.004 del nuovo prezzo delle opere agricole approvato con determinazione dell'Assessorato all'Agricoltura e riforma Agropastorale n. 1505-13 del 20/01/2017.

Codice	Descrizione	Quantità	Importo	Totale/mc
G.004	Ripperatura in croce da eseguirsi con ripper di q.li 10 distanza fra i denti non superiore a cm 50, per terreni pietrosi o con strati di inibenza fisica sotto-superficiale, ad una profondità di cm 50.	5.80 Ha	€ 834,10/Ha	€ 4.837,78
	Totale			€ 4.837,78

Costo carico, trasporto e posa terra vegetale già abbancato:

Così come già specificato, la quantità di terre vegetali per il recupero è già disponibile. E' stato stimato che le stesse siano da sistemare con uno spessore minimo di 35 cm e che il loro volume sia pari a 20.000 mc. Il costo è funzione di diversi parametri relativi al tempo di caricamento, tempo di posizionamento del trasportatore, tempo di trasporto per l'intero percorso, tempo necessario per lo scarico e il posizionamento del trasportatore. In via generale devono essere necessariamente utilizzati autocarri 4 assi o dumper con cassone dal volume massimo pari a 21 mc. Ai fini del calcolo si presume che la produzione oraria richiesta sia di almeno 166 mc. Tale dato deriva infatti dai parametri che di seguito vengono riportati ipotizzando l'utilizzo di un unico mezzo d'opera. Il tempo di caricamento dell'operatore è funzione della potenza dell'escavatore e capacità della benna. Ipotizzando l'utilizzo di un escavatore dotato di benna da 2.0 mc con fattore di riempimento di 1.0 (o addirittura leggermente superiore) e un tempo di ciclo di circa 25", si ha un carico di ciclo (volume sciolto) uguale al prodotto del volume al colmo per il fattore di riempimento ossia 2.0 mc. Il tempo di caricamento per un cassone minimo da 20 mc è quindi pari a 262.5 secondi ossia circa. A tale tempo occorre sommare i tempi di posizionamento che nello specifico, si stimano in circa 15". Il tempo impiegato per trascorrere l'intero percorso è funzione della distanza e della velocità media del trasportatore. Nel caso considerato il percorso è interno all'area e le terre sono disposte nella fascia adiacente più vicina all'area di scavo; pertanto si può stimare una velocità media di circa 15 Km/h, mentre la distanza è in genere inferiore a 300 metri (A/R) considerando la dislocazione dei cumuli previsti. Il tempo totale (compreso di andata e ritorno) è quindi pari al massimo a circa 72". Il tempo di scarico e posizionamento è ugualmente minimo e pari a circa 15" pertanto il tempo di ciclo dell'automezzo è pari a circa 364.50 secondi. Il numero di cicli all'ora è quindi pari a circa 9.88. La produzione oraria dell'autocarro è stimata quindi in funzione dei cicli orari, del carico utile e dell'efficienza del trasportatore (posta pari a 0,8). Pertanto, si ritiene che la produzione oraria per autocarro sia pari a circa 166 mc. Per i motivi anzidetti, si stima che il totale per il carico, trasporto globale della terra vegetale e scarico (considerando la volumetria di 20.000 mc/banco), sia di circa 120.48 ore.

Il costo globale può così essere calcolato utilizzando il nuovo prezzario della Regione Sardegna 2023 incluse spese generali ed utili, utilizzando come riferimento la produzione globale di 20.000 mc

Codice	Descrizione	UM	Quantità	Importo	Totale/mc
SAR23_AT.0005.0013.0022	DUMPER A CASSONE RIBALTABILE RINFORZATO compreso il conducente, i consumi di carburante e lubrificanti, i ricambi, gli oneri di manutenzione e compresa l'assicurazione, con potenza e portate fino a: 632 HP e cassone da mc.31,00	h	120.48	€ 307.00/h	€ 1.85
SAR23_AT.0005.0013.0004	ESCAVATORE CINGOLATO già esistente in cantiere, compresi l'operatore, i consumi di carburante, lubrificanti e ricambi, la manutenzione e l'assicurazione (potenza HP 154) peso 180 q.li con benna da 1.95 mc	h	120.48	€ 133.16/h	€ 0,80
SAR23_RU.0001.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	h	120.48	€ 39.89/h	€ 0,24
SAR23_RU.0001.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	h	120.48	€ 39.89/h	€ 0,24
	Totale (mc)				€ 3.13
Totale			20.000 mc		€ 62.600,00

Costo rimodellamento terra vegetale

Per il rimodellamento è previsto l'utilizzo di un mezzo meccanico (escavatore) che effettui la necessaria compensazione tra le ondulazioni del terreno scaricato. In via generale si osservi che il nuovo prezzario delle Opere Agricole della Regione Sardegna allegato alla determinazione n. 1505-13 del 20/01/2017, stabilisce che i movimenti di terra con compenso tra scavi e riporti da effettuare con mezzi meccanici, necessari allo spianamento e computati per il solo scavo (operazione da assentirsi soltanto in caso di superfici sensibilmente mosse e con movimenti di terra superiori a 500 mc/Ha e da documentare con piano quotato, sezioni e calcolo dei movimenti di terra) quantifica il costo a mc pari a € 2.60. Considerate le condizioni morfologiche legate alla tipologia di recupero e alle modalità operative, si ipotizza che tale operazione venga realizzata su una volumetria complessiva massima di circa 1500 mc/Ha ossia quindi su circa 8.700 mc. Tale voce è in realtà da intendersi efficace per le operazioni di stendimento del materiale terroso per il quale sarebbe di difficile valutazione l'azione del dozer cingolato in quanto il dato volumetrico di azione della lama è di difficile comparazione e determinazione ed inoltre il costo orario e gli spazi di azione influiscono in maniera sensibile sui costi.

Codice	Descrizione	Quantità	Importo	Totale/mc
G014	Movimenti di terra con compenso tra scavi e riporti da effettuare con mezzi meccanici, necessari allo spianamento e computati per il solo scavo (operazione da assentirsi soltanto in caso di superfici sensibilmente mosse e con movimenti di terra superiori a 500 mc/Ha e da documentare con piano	8.700 mc	€ 2.60/mc	€ 22.620,00

	quotato, sezioni e calcolo dei movimenti di terra).			
	Totale			€ 22.620,00

Miglioramento fondiario

A seguito dello scarico del suolo nei diversi punti del sito, sono previste le seguenti opere di trasformazione agraria. Le voci sono tratte dal nuovo prezziario delle opere agricole approvato con determinazione dell'Assessorato all'Agricoltura e Riforma Agropastorale n. 1505-13 del 20/01/2017 (Voci U.008).

Codice	Descrizione	UM	quantità	Costo unit.	Totale
G.010	Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore della potenza di 60-80 Hp.	Ha	5.80	376.40	€ 2.183,12
U.008	Concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza dotata di spandiconcime a) per trasporto e distribuzione concime	Ha	5.80	85.50	€ 495,90
U.008 U.008.002	Concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza dotata di spandiconcime b) per acquisto concime	Ha	5.80	259.60	€ 1.505,68
U.011	Costipamento post-semina, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattore gommato.	Ha	5.80	96.10	€ 557,38
	Totale				€ 4.742,08

Il totale degli oneri per il recupero ambientale dell'area ammonta quindi a

Codice	Operazione	Costo €
G014	Rimodellamento sterili	37.700,00
G004	Scarificazione	4.837,78
SAR	Carico, trasporto terre vegetali	62.600,00
G.004	Rimodellamento terra vegetale	22.620,00
miglioramento	Miglioramento fondiario	4.742,08
	SubTotale	132.499,86
	Iva 22%	29.149,97
	Totale ivato	161.649,83

Su tale importo dovrà essere calcolato il valore della polizza fidejussoria a garanzia dell'attuazione delle opere di recupero ambientale. Si considera come premio per la polizza di fidejussione una percentuale pari al 6% annuo dell'importo totale a garanzia dei lavori di recupero ambientale e quindi un importo complessivo per l'intera durata della concessione pari a € 17.458,18

Il costo totale dell'investimento, sommato a quello del recupero ambientale (punto A.6 del format C3), degli oneri di sicurezza (3%), imprevisti (5%) e degli ulteriori costi delle spese tecniche è pertanto pari a € 3.329.489,78 compreso di iva e si rimanda al Format C3 per i dettagli.

Per ciò che concerne **l'analisi costi benefici** dell'iniziativa si osserva che al fine di valutare la sostenibilità dell'intervento si utilizzeranno più criteri che integrano fra loro più dimensioni. La realtà dell'iniziativa è caratterizzata da una media complessità. Quest'ultima può essere intesa sia come complessità ontologica (propria del sistema osservato) e sia come complessità epistemologica (che deriva dal soggetto che osserva il sistema).

Dal concetto di complessità ontologica deriva quello di incommensurabilità tecnica, che può essere definita come impossibilità di trovare una misura comune attraverso valori plurali; dunque, se si vogliono valutare gli effetti dell'attività non si può utilizzare il solo linguaggio monetario, ma anche l'insieme dei valori che non possono essere ridotti a questo linguaggio (come la perdita ad esempio del valore estetico di un'area).

Dalla complessità epistemologica deriva il concetto di incommensurabilità sociale: diversi gruppi sociali possiedono percezioni diverse riguardo a uno stesso sistema. Dunque, per valutare una certa decisione sociale si deve tenere conto della presenza di questi diversi gruppi, spesso con visioni contrastanti; si tratta quindi di una pluralità di valori ed interessi, che devono essere tutti analizzati.

Un'analisi siffata, così come descritta più sopra, permette quindi di tenere conto della complessità, di tutti gli interessi coinvolti nella decisione politica e permette di usare linguaggi diversi, considerando le posizioni delle varie parti sociali. Ogni impatto, ogni conseguenza determinata dalle varie alternative di scelta deve essere descritta attraverso il linguaggio più adatto: quindi, ad esempio, l'analisi Costi-Benefici può essere una parte dell'analisi complessiva, ed i suoi risultati possono essere utilizzati nell'ambito della valutazione globale ma deve comunque essere integrata con altri tipi di analisi, che tengano in considerazione le altre dimensioni coinvolte.

Poiché in un sistema complesso sono coinvolti molti attori, con diversi obiettivi in conflitto tra loro, sarà molto improbabile che una scelta riesca simultaneamente a massimizzare le preferenze di tutti gli attori sociali, proprio a causa della presenza di molte dimensioni, molti criteri, molti indicatori. Il punto di ottimo può essere ricercato solo in una realtà monocriteriale. Dovrà essere trovata una soluzione di compromesso tra tutti i punti di vista e tra tutti gli attori sociali, che deve risultare da un processo partecipativo tra le varie parti coinvolte.

In tale ottica si inserisce il processo di VIA, processo democratico e trasparente nel quale dovranno partecipare tutti gli attori sociali coinvolti, e per tutti devono essere chiare le conseguenze delle varie azioni politiche. Se tutti gli attori hanno idea delle conseguenze delle varie scelte sui loro interessi e se hanno la possibilità di intervenire direttamente, allora ciò potrà influire positivamente sulla qualità del processo.

Nel caso in esame siamo di fronte ad un sistema mediamente complesso, sia a livello ontologico che epistemologico e da ciò deriva l'incommensurabilità tecnica, poiché dimensioni diverse necessitano di linguaggi diversi per essere analizzate, e l'incommensurabilità sociale, a causa delle visioni contrastanti dei diversi gruppi sociali

Nella realtà mineraria si possono ad esempio distinguere come elementi di complessità:

- *complessità dell'ambiente*: tutela del suolo, delle acque e delle aree agricole circostanti l'area di intervento (nel caso in questione sono assenti elementi di rilievo quali boschi o foreste e ambiti naturali o subnaturali)
- *complessità del tessuto economico sociale*: crisi del sistema attuale di tipo industriale generale, ma con previsione di crescita per il settore in questione;

- viabilità e costi energetici; si ritiene che nel caso in questione siano in progetto interventi che contengano tali elementi anche in funzione non solo delle lavorazioni e attività previste ma anche per la posizione non distante dalla viabilità principale
- *complessità istituzionale*: dei soggetti pubblici preposti al governo e alla gestione del territorio (Enti Pubblici comunali, provinciali e regionali)

Si ha quindi una incommensurabilità sia tecnica che sociale del problema secondo le definizioni date più sopra ma dallo stesso si possono già trarre alcune indicazioni in funzione di quanto riportato

Attualmente, per il caso oggetto di studio, abbiamo a disposizione come unici elementi di analisi le analisi ambientali e il progetto riportato nello studio d'impatto ambientale, presentati dall'impresa nell'ambito della VIA. Dall'analisi sinora svolta ne deriva che comunque, nel dare un ordinamento alle alternative e assegnando dei pesi teorici non solo ai criteri ambientali ma anche economici e produttivi ne deriva un quadro di impatto ambientale sostanzialmente non elevato se riferito non solo alle componenti ambientali studiate ma anche al tessuto economico sociale. Anzi sicuramente il quadro degli addetti e dell'indotto, l'importanza dell'iniziativa a livello di mercato produttivo e di fornitura di materie prime necessarie all'industria sono parametri positivi di valutazione.

Per ciò che concerne i benefici, durante il periodo di vigenza delle attività, la stessa comporterà ricadute finanziarie sul territorio in relazione alle lavorazioni previste (lavori svolti dalle imprese terziste, ricadute occupazionali e maestranze, manutenzioni etc.) sia anche in relazione agli indennizzi per l'occupazione dei terreni o ancora con le opere di compensazione ambientale per il Comune di Isili. La ricaduta sul territorio è data quindi in effetti dai "costi" sostenuti dalla società in relazione alla realizzazione dell'iniziativa. Per i contratti con i terzisti per le lavorazioni, si è fatto riferimento ai prezzi medi di mercato anche sulla base delle precedenti esperienze e in atto da parte della Società mineraria.

I costi relativi alla gestione delle aree sono di fatto da distribuire sul territorio in termine di lavorazioni e occupazioni delle ditte appaltatrici, di somministrazioni delle forniture, compresi tutti i vantaggi derivanti dai costi ossia quelli ambientali.

Costi:

- costo complessivo di realizzazione dell'intervento pari a € **2.749.277,37** (imprese terziste e fornitrici, proprietà), compreso Iva, costi di manutenzione, sicurezza, oneri di recupero ambientale (Deliberazione N. 47/42 del 14.11.2013 avente per oggetto: *Garanzie fideiussorie relative alla esecuzione delle opere di ripristino ambientale nei siti estrattivi. Direttive sul calcolo dell'importo garantito*, premio per la polizza di fidejussione una percentuale pari al 6% annuo dell'importo totale a garanzia dei lavori di recupero ambientale, progettazione, compensazione ambientale, Imprevisti

Benefici:

- compensazione ambientale con piantumazione spazi pubblici ai fini ricreativi e quindi vantaggio ambientale legato alla compensazione di emissioni gassose

Considerando anche il costo globale di **2.749.277,37** euro, ipotizzando l'arco funzionale di 18 anni (considerando la vita produttiva della miniera), non si può non concludere che anche attualizzando i benefici che si avrebbero nel tempo, si garantisce una valutazione costi benefici che è certamente ottimale. Oltre a quanto sopra la piantumazione prevista quale opera di mitigazione contribuirà abbondantemente e in maniera sostanziale a ristabilire i valori di assorbimento di CO₂ sottratti dal consumo momentaneo di suolo e di emissioni limitate di CO₂ legati ai mezzi. Quanto sopra per evidenziare anche solo l'assorbimento di emissioni che comporta benefici a livello globale e con ricadute dirette sul territorio.

Per ciò che concerne l'impatto sul territorio in termini di "**costi**" e quindi di ricadute "negative" sul territorio, è alquanto difficile stabilire una quantificazione. In relazione alle attività previste si è potuto osservare che anche gli impatti ambientali non sono così determinanti e al massimo si può ritenere ammissibile un limitato consumo del suolo connesso alla trasformazione del terreno agricolo in un uso temporaneo di tipo "industriale".

Oltre a quanto sinora rappresentato si osserva che:

- Il progetto è caratterizzato da completezza ed è tale da assicurare il conseguimento degli obiettivi che si propone senza ricorrere a interventi o attività non incluse nell'analisi. E' quindi caratterizzato da autosufficienza funzionale e quindi non dipende da altri progetti d'intervento.
- Il contesto di intervento e quindi l'area di impatto ha carattere quasi totalmente locale ed è su questa che si riversano sia i costi che i benefici; sempre sull'area locale si individuano i principali soggetti interessati dalla realizzazione del progetto, sia in termini di proponente che di esecutori (terzisti) e quindi di utenti del progetto. Gli utenti finali (fornitura di minerale) sono invece esterni all'area.
- La dimensione temporale e quindi i costi e i benefici rapportati ad un intervallo temporale sono fissati considerando una adeguata vita economica degli interventi previsti. Facendo riferimento agli standard in campo internazionale, il dimensionamento dell'opera è certamente congruo in quanti rispondente ai valori di riferimento proposti dall'UE della Guide 2014, differenziati per settore e compresi tra 10 e 30 anni
- Con riferimento alle alternative disponibili è stato osservato che le stesse non sono perseguibili. Lo scenario ipotizzato viene ritenuto attuabile in quanto comporta investimenti economici privati con rilancio economico locale, il coinvolgimento di un territorio comunque vocato all'estrazione delle bentoniti senza grandi stravolgimenti ambientali, ricadute occupazionali e di indotto. L'opzione zero è quindi superata dalla possibilità di contenere gli impatti e dalle opere di compensazione.
- Il progetto produce impatti reversibili a media durata e le attività di monitoraggio permetteranno di osservare e monitorare per tempo gli effetti delle attività valutando nel contempo le eventuali azioni necessarie o indispensabili per far fronte ad eventuali esigenze del sistema ambiente
- Il progetto in questione produce effetti indiretti, derivati o indotti come variazioni di reddito ed occupazione a livello locale (imprese di trasporto, movimentazione dei materiali etc.). A livello regionale l'incidenza è comunque media per effetto di una media produttività mineraria che come già osservato dalle statistiche industriali contribuisce comunque alla crescita regionale con un impatto sui mercati di riferimento.
- Sono inoltre da definire effetti intangibili classificabili come benefici per via della messa in sicurezza dell'area e di tutti i servizi connessi all'utilizzo delle aree quali la manutenzione della viabilità etc.
- Sono inoltre di importanza fondamentale le opere di compensazione previste che prevedono il rinverdimento di un'area urbana del Comune di Isili attualmente prive di vegetazione o alberature per una superficie globale di circa 28.000 mq.
- Sulla base di quanto sopra rappresentato si ritiene che il Valore netto economico dell'iniziativa, che esprime il beneficio netto per la collettività è sostanzialmente positivo anche senza particolari elaborazioni monetarie di riferimento.

Si rimanda all'analisi costi benefici allegata alla VIA

23. PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Il Piano di Monitoraggio (di seguito denominato PMA) prende in considerazione le diverse componenti ambientali per le quali possono essere eseguite verifiche analitiche. In rapporto alle attività di miniera si riportano di seguito quelle che a giudizio del gruppo progettuale risultano essere identificate come pertinenti.

- atmosfera
- ambiente idrico
- rumore;

I potenziali impatti e gli interventi di mitigazione sulle componenti sono stati già ampiamente discussi nei capitoli precedenti; su alcune delle componenti ambientali citate si possono escludere interferenze negative per il fatto che:

- per ciò che concerne la vegetazione e le caratteristiche ambientali e paesaggistiche, l'attività è previsto nelle aree in cui non si rileva alcuna vegetazione;
- non sono previsti rilasci di reflui e l'unico impatto sulle acque anche se di lieve entità è legato all'eventuale recapito in superficie previa decantazione sul quale si attueranno controlli della qualità delle acque.
- Per quanto riguarda la componente atmosfera è invece necessario, così come già eseguito in sede di valutazione, effettuare verifiche periodiche delle emissioni di polveri all'interno e fuori del perimetro.
- Concetto analogo è applicabile alla componente ambientale rumore.

Si rimanda all'allegato Piano di monitoraggio ambientale. Il gestore della miniera, si impegna a conservare su idoneo supporto informatico e cartaceo i risultati dei dati di monitoraggio che potranno essere messi a disposizione degli Enti interessati.

24 BILANCIO COMPLESSIVO E STIMA DEGLI IMPATTI SULL'AMBIENTE

Il presente capitolo riporta il bilancio complessivo degli impatti sull'ambiente. Esso si articola nei seguenti quattro paragrafi:

- Procedura di valutazione
- quadro riassuntivo impatti
- opportunità e aspetti qualificanti del progetto;
- conclusioni.

Procedura di valutazione

Nel presente paragrafo si riassumono le procedure di valutazione riportate in letteratura e adottate nel caso in questione.

Una prima classificazione distingue i singoli impatti (negativi) in:

- diretti/indiretti;
- reversibili/irreversibili;
- puntuali (o locali)/a vasta scala;
- a breve/lungo termine.

Tale classificazione è stata adottata per riassumere i vari impatti prodotti nelle diverse fasi operative. Un'ulteriore classificazione adottata è quella che individua gli impatti in base alla relativa entità ed importanza in funzione del livello di vulnerabilità delle singole componenti ambientali e delle caratteristiche del sito. In particolare, è possibile distinguere fra:

- impatti significativi (o primari);
- impatti secondari;
- impatti di entità trascurabile;
- impatti nulli (o di entità non apprezzabile).

Voce	Definizione
Impatto diretto	Impatto prodotto direttamente dalla fonte in esame sulla componente ambientale esaminata.
Impatto indiretto	Impatto non prodotto direttamente sulla componente ambientale esaminata dalla fonte in esame, ma causato da un'altra alterazione a sua volta dovuta direttamente alla fonte in esame.
Impatto reversibile	Impatto che può essere annullato interrompendo l'azione causante.
Impatto irreversibile	Impatto che non può essere annullato interrompendo l'azione causante e che, quindi, ha carattere di permanenza.
Impatto puntuale (o locale)	Impatto localizzato e circoscritto all'area in esame.
Impatto a vasta scala	Impatto prodotto direttamente e/o indirettamente dalla fonte in esame e che ha effetti non localizzati, ma estesi.
Impatto a breve termine	Impatto limitato nel tempo.
Impatto a lungo termine	Impatto duraturo.

Figura 132: definizioni di impatto utilizzate nel testo

Impatti significativi (o primari)

Gli impatti significativi (o primari) riguardano quelle componenti o quei fattori ambientali che subiscono un impatto importante da parte dell'opera. Tali impatti richiedono particolari attenzioni sia in fase di identificazione e quantificazione che di definizione delle misure di

mitigazione. Nel caso in questione si ritiene che l'impatto significativo anche se di lieve entità sia quello sull'assetto morfologico in termini di consumo del suolo ed a livello di emissioni diffuse.

Impatti secondari

Gli impatti secondari riguardano quelle componenti o quei fattori ambientali che subiscono da parte dell'opera un impatto apprezzabile ma comunque tale da non determinarne alterazioni significative. Tali impatti richiedono particolari attenzioni soprattutto in relazione alla definizione delle misure di mitigazione. Nel caso in questione si segnala l'impatto sull'idrologia superficiale (controllo delle acque di ruscellamento) con metodi morfologici connessi alla realizzazione dell'opera e i trasporti in relazione alla viabilità che dovrà comunque essere attentamente monitorata ai fini di eventuali manutenzioni.

Impatti di entità trascurabile

Gli impatti di entità trascurabile riguardano quelle componenti o quei fattori ambientali che subiscono un impatto del tutto trascurabile da parte dell'opera. Tali impatti richiedono attenzione limitatamente alla definizione delle misure di mitigazione. Nel caso in questione si ritiene che l'impatto sui rumori, sull'uso del suolo, aspetti paesaggistici siano comunque di entità trascurabile.

Impatti nulli (o di entità non apprezzabile)

Gli impatti nulli (o di entità non apprezzabile) riguardano quelle componenti o quei fattori ambientali che non subiscono alcun impatto apprezzabile da parte dell'opera. Tali impatti non richiedono alcuna attenzione particolare (ad es. misure di mitigazione). In questo caso ci si riferisce alla salute pubblica, beni materiali, destinazione d'uso.

Un altro schema adottato, in funzione delle analisi eseguite nel quadro progettuale, consente l'assegnazione ad un rango specifico della componente ambientale ed inoltre una procedura standardizzata che considera:

- la valutazione ex-ante del quadro ambientale, che fa riferimento allo stato delle componenti ambientali prima dell'intervento di prosecuzione delle attività;
- l'individuazione della possibile evoluzione dei sistemi ambientali in assenza dell'intervento (opzione zero).
- la valutazione ex-post degli impatti derivanti dal progetto;

Valutazione ex ante delle componenti ambientali

La valutazione è stata effettuata nel quadro di riferimento progettuale.

L'assegnazione al rango delle componenti specifiche di ogni componente è stata valutata utilizzando schemi di giudizio dell'importanza delle risorse rispetto al quadro territoriale di riferimento del progetto. Si tratta di una valutazione che misura lo stato della risorsa prima dell'avvio dell'intervento e definisce il rango della componente "ante operam". In dettaglio le risorse sono valutate secondo i criteri di disponibilità, riproducibilità, rilevanza territoriale, capacità di carico.

La combinazione dei criteri consente di definire una scala ordinale (I>II>III>IV>V>VI) che specifica il rango della componente "ante operam", come risulta dal seguente quadro.

Disponibilità della risorsa	Capacità di ricostituirsi	Rilevanza e ampiezza spaziale	Capacità di carico	Rango
rara	non rinnovabile	strategica	capacità superata	I
			capacità eguagliata	II
			capacità non raggiunta	III
	rinnovabile	non strategica	capacità superata	II
			capacità eguagliata	III
			capacità non raggiunta	IV
		strategica	capacità superata	II
			capacità eguagliata	III
			capacità non raggiunta	IV
			capacità superata	III
			capacità eguagliata	IV
			capacità non raggiunta	V
comune	non rinnovabile	strategica	capacità superata	II
			capacità eguagliata	III
			capacità non raggiunta	IV
		non strategica	capacità superata	III
			capacità eguagliata	IV
	rinnovabile	strategica	capacità non raggiunta	V
			capacità superata	III
			capacità eguagliata	IV
		non strategica	capacità non raggiunta	V
			capacità superata	IV
			capacità eguagliata	V
			capacità non raggiunta	VI

Figura 133: rango della componente ambientale

Valutazione del progetto e delle attività di impatto

Dall'analisi del quadro progettuale sono state definite le fasi di lavoro e realizzazione delle opere e quindi le azioni progettuali in grado di produrre alterazioni nelle componenti ambientali esaminate. Le attività (fasi di lavoro) rapportate alle componenti ambientali hanno consentito di evidenziare un quadro globale di impatto in fase di esecuzione ed esercizio, tollerabile per le esigenze di qualità ambientale dell'area. Gli impatti sono infatti reversibili e controllabili.

Valutazione ex post delle componenti ambientali

La valutazione ex post è stata eseguita definendo le modifiche ed alterazioni indotte dall'attività in progetto sulle dinamiche del contesto di intervento nonché definendo le potenziali azioni di mitigazione già esplicitate in fase metodologica.

La definizione degli impatti è avvenuta su criteri di positività e negatività dell'impatto, significatività, rilevanza, dimensione temporale (reversibilità)

Segno	Rilevanza	Dimensione temporale	Rango
+/-	Lieve	Reversibile a breve-medio termine	+/- 1
		Reversibile a lungo termine	+/- 2
		Irreversibile	+/- 3
	Rilevante	Reversibile a breve-medio termine	+/- 2
		Reversibile a lungo termine	+/- 3
		Irreversibile	+/- 4
	Molto rilevante	Reversibile a breve-medio termine	+/- 3
		Reversibile a lungo termine	+/- 4
		Irreversibile	+/- 5

Figura 134: definizione dell'impatto

Nell'ambito dei presenti studi vista la soggettività dell'utilizzo di metodologie di analisi matriciale di tipo quantitativo e considerato che gli impatti non sono sempre quantificabili si è

optato per una valutazione qualitativa. Non si rilevano impatti residui. Le opere di compensazione previste sono esclusivamente una scelta finalizzata a compensare lo stato temporaneo di consumo del suolo e del suo mancato assorbimento minimo di anidride carbonica nonché dell'aumentato quadro minimo di emissioni legato temporaneamente all'uso dei mezzi legati alle attività minerarie.

Opportunità e aspetti ambientali qualificanti del progetto

Le opportunità e gli aspetti qualificanti del progetto sono da mettere in relazione con i seguenti punti:

- compensazioni ambientali in aree urbanizzate e antropizzate con interventi a verde;
- controllo continuo del sistema idrico superficiale con particolare attenzione all'immissione delle acque circolanti nella rete naturale di drenaggio;
- controllo e monitoraggio continuo delle emissioni polverose
- qualità dei prodotti con aumento dell'export
- ricadute lavorative ed occupazionali nel comparto dei terzisti

25 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio di Impatto ambientale svolto nell'osservanza delle linee guida ha interessato le diverse componenti ambientali del settore relazionando le stesse alle azioni e attività previste a livello minerario. Si è quindi partiti dall'analisi del quadro programmatico dal quale è derivato che l'attività prevista è compatibile con la pianificazione regionale, provinciale e comunale. Durante l'analisi di coerenza esterna e vincolistica condotta, non sono state quindi riscontrate incompatibilità e si può sottolineare che l'intervento risulta coerente e compatibile con tutte le indicazioni dei Piani sopra esaminati in quanto non sono stati riscontrati provvedimenti di vincolo ostativi.

L'analisi del quadro di riferimento progettuale ha consentito di evidenziare proprio le azioni e attività di progetto. Partendo dal quadro attuale è stata valutata anche l'opzione zero evidenziando che lo scenario viene ritenuto attuabile in quanto comporterebbe investimenti economici privati con rilancio economico locale, il coinvolgimento di un territorio comunque vocato all'estrazione delle bentoniti data la presenza del giacimento senza grandi stravolgimenti ambientali in quanto il territorio è di fatto già antropizzato e quindi l'attività garantirebbe già dalle fasi iniziali anche il recupero del territorio nonché ricadute occupazionali e di indotto. Per questi motivi le scelte di Piano sono orientate, anche con meccanismi premianti da definire, in maniera da operare esclusivamente attraverso l'apertura di realtà significativamente importanti come la presente e con una accertata potenzialità giacimentologica. Per quanto di limitata entità, non si possono comunque non prendere in considerazione le ricadute che l'immediata attività potrebbe avere in termini di creazione dei posti di lavoro direttamente impiegati nel comparto e di tutto l'indotto che gravita, localmente, attorno al mercato della bentonite. Importante sottolineare anche la realizzazione di opere di mitigazione e compensazione ambientale non tanto per la presenza di impatti residui ma solo ed unicamente per creare una situazione di vantaggio ambientale connesso al momentaneo ma reversibile impatto legato al consumo di suolo e al mancato assorbimento temporaneo di CO₂ da parte del medesimo.

L'analisi del quadro ambientale evidenzia un territorio nel complesso privo di significativi processi naturali di tipo geomorfologico, idrologico, vegetazionale etc. se non legati alla parziale utilizzazione del territorio a fini industriali nelle immediate vicinanze.

Sulla base dei rilievi e studi effettuati e dell'attività progettuale svolta, il progetto di coltivazione e recupero ambientale risulta fattibile e con modesta ripercussione sull'ambiente in fase di realizzazione ed esercizio sia per l'adozione di tecniche che determinano limitati impatti che per la sua localizzazione.

Il monitoraggio e controllo periodico, garantirà di ridurre al minimo gli impatti residui. Per ciò che concerne gli impatti e le modalità di mitigazione degli stessi si rimanda agli appositi allegati al presente studio.