



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

**PROVINCIA DI ORISTANO
COMUNE DI SANTU LUSSURGIU**

RINNOVO AUTORIZZAZIONE CAVA DI MATERIALI LAPIDEI BASALTICI DENOMINATA “ SU INZALE ”



**ALLEGATO:
PROGETTO DI COLTIVAZIONE E RIPRISTINO**

**PERITO MINERARIO
RICCARDO CAO**

**PERITO MINERARIO GEOTECNICO
STEFANO PIANA**



**DATA
Aprile 2024**

IL COMMITENTE

PERDAS srl

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	INQUADRAMENTO CATASTALE	5
4	VIABILITA'	6
5	PROGETTO DI COLTIVAZIONE.....	6
5.1.	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	6
5.2.	MORFOLOGIA.....	10
5.3.	IDROGEOLOGIA	11
5.4.	INDAGINI E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	13
6.0.	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	16
6.1.	CONSISTENZA DEL GIACIMENTO	18
6.2.	PIANO DI ESTRAZIONE.....	19
6.3.	Metodo di coltivazione	20
6.4.	Progetto di Recupero Ambientale	22
6.5.	Valutazioni economiche operazioni di ripristino	22
6.6.	Programma Economico Finanziario	26
6.7.	Determinazione dei costi di gestione della cava.....	26
7.0.	CONCLUSIONI.....	27

1 PREMESSA

La ditta Perdas S.a.s., in attività dal 1995, si occupa della lavorazione dei materiali lapidei per la produzione di diverse tipologie di elementi ornamentali. La sua produzione è indirizzata per il 95 % alla lavorazione del basalto. I prodotti finiti che Perdas produce si utilizzano per pavimentazioni esterne (cordonate, pavimentazioni segate, cubetti, opus incertum), elementi di arredo urbano, placcaggi e rivestimenti sia per esterni che per interni, elementi architettonici di varia tipologia (architravi, stipiti, gradini ecc.), elementi di arredo di diverso genere, quali caminetti, colonne, ecc. La sua produzione, con l'utilizzo del basalto, ben si colloca nell'ottica della riscoperta e valorizzazione dello stile architettonico di molti paesi della Sardegna.

La cava Su Inzale è stata autorizzata con Determinazione n.13119, rep.n.370 del 31/05/2013 dalla Direzione Generale del Servizio Attività Estrattive della RAS a seguito della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA conclusasi con Delibera G.R. n.45/26 del 12/11/2012, l'autorizzazione ha una durata decennale, a tale proposito visto e considerato che nel corso del decennio non è stato concluso il programma lavori con un consistente residuo del giacimento con la presente relazione si correda la documentazione necessaria all'istanza di rinnovo del titolo minerario.

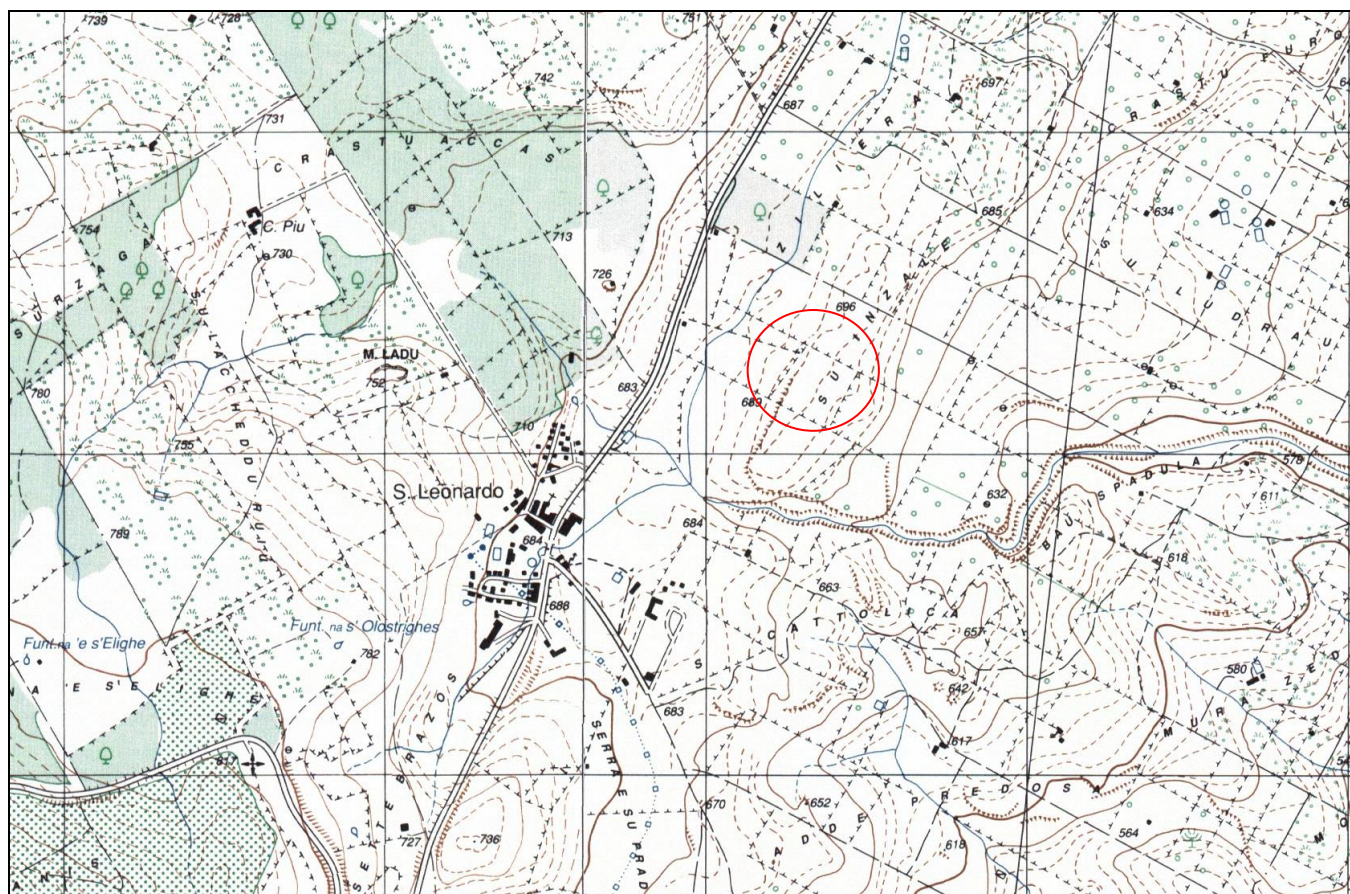
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto del presente progetto di cava è situata nella Sardegna centro-occidentale, alle pendici del Montiferru ed è localizzata nel territorio dei comune di Santu Lussurgiu. Alla cava in progetto si arriva percorrendo la S.P. n. 20, procedendo dal borgo turistico di San Leonardo verso Macomer, fino a circa 650 m dopo il borgo turistico, in corrispondenza del quale si imbocca una carrareccia sulla destra.

- ✓ Nella cartografia IGM, in scala 1:25.000, l'area d'interesse è compresa nel Foglio 515 sez. IV (Abbasanta);
- ✓ L'area ricade nella Sezione n. 515010 (Casa sa Codina) della Cartografia Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000. L'ubicazione su CTR è riportata nell'elaborato P02.2. Poiché l'area di cava è situata al margine di tale carta, nell'elaborato P02.2 è riportata anche il foglio adiacente Sezione 514040 (San Leonardo);

- ✓ Infine, per quanto riguarda la cartografia catastale, i terreni interessati dal progetto sono individuati dal Foglio n. 31 Mappali n. 13, 14 e 15 del Comune di Santu Lussurgiu.

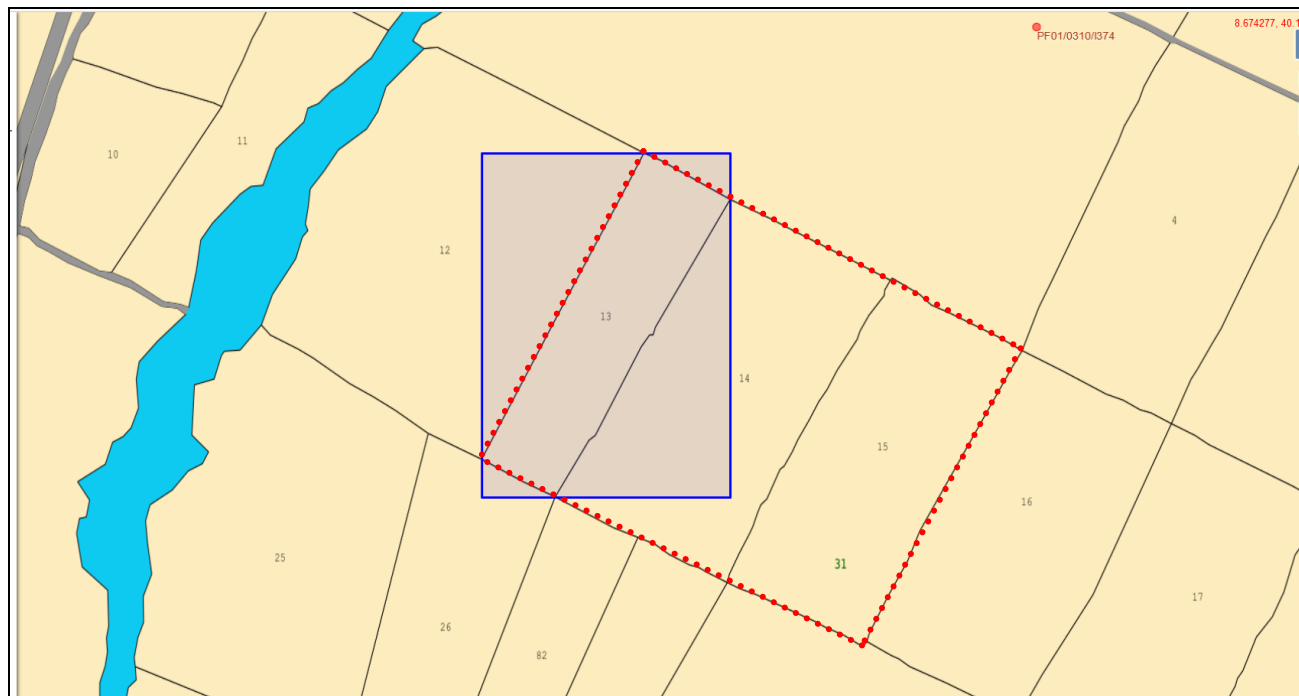
La cava ha un'estensione di 46.256 m², interessando tre distinti mappali, situati nel Comune di Santu Lussurgiu, la superficie residua da coltivare per la quale si richiede la proroga è di circa 22.343 metri quadri.



Ubicazione e Viabilità

3 INQUADRAMENTO CATASTALE

I terreni interessati dalla coltivazione, sono in piena disponibilità da parte della ditta PERDAS attraverso un regolare contratto di affitto. Di seguito si allega uno stralcio catastale della cava.



Inquadramento catastale

4 VIABILITA'

Allo stato attuale il sito estrattivo è collegato con la Strada Provinciale N. 20 da una carrareccia, che si imbecca, sulla destra, dopo circa 650 m il borgo turistico di San Leonardo verso Macomer.

Questa carrareccia, attualmente è utilizzata solo dai titolari delle aziende agricole per le loro attività di allevamento; le aziende agricole servite da tale carrareccia sono tre, compresa quella in cui è localizzata la cava in progetto.

Dalla cava si raggiunge l'impianto di segaggione dove il materiale estratto viene trasformato, la viabilità è la seguente:

- ✓ carrareccia a servizio delle aziende agricole poste in prossimità della stessa; la Strada Provinciale n. 20 da percorrere in direzione SW, verso San Leonardo, fino alla sua confluenza con la Strada Statale n. 19;
- ✓ la stessa SS n. 19 fino all'abitato di Santu Lussurgiu, confluenza sulla S.P. n. 15; quest'ultima è da percorrere per 1,2 Km in direzione est per poi imboccare la S.P. n. 65, da percorrere fino alla S.S. 131 che si percorre in direzione "Sassari" fino al bivio nord per Paulilatino, si percorre quindi la strada che porta all'abitato per circa 900 m per poi svoltare a destra nella Zona Artigianale di Paulilatino dove si trova l'impianto Perdas.

Allo stato attuale, queste strade non sono particolarmente trafficate; solo in corrispondenza del borgo turistico di San Leonardo, ed in particolari giorni, generalmente festivi, quali Pasquetta, Ferragosto e la 1° domenica di giugno, per la festività di San Leonardo, in concomitanza della quale si svolge la Fiera Regionale del Cavallo, si hanno condizioni di intenso traffico.

5 PROGETTO DI COLTIVAZIONE

5.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area di cava, situata nel Comune di Santu Lussurgiu, è localizzata alle pendici del Montiferru, si trova al passaggio morfologico tra l'altopiano basaltico Abbasantese e i rilievi montuosi vulcanici del Montiferru.

La storia geologica del Montiferru inizia tra l'Oligocene e il Miocene, circa trenta milioni di anni fa, con la messa in posto delle vulcaniti del basamento antico, di tipo andesitico.

Si ebbe poi nel Miocene, da circa 20 a 5 milioni di anni fa, un periodo di stasi dell'attività vulcanica con l'ingressione marina e la deposizione di sedimenti. Nel Pliocene e successivamente nel Pleistocene, da circa 5 milioni a 1,5 milioni di anni fa si ebbe un secondo ciclo vulcanico con la messa in posto dei basalti, rocce che hanno maggiormente contribuito alla forma attuale del vulcano. In tempi geologici più recenti l'erosione ha modellato la montagna con la formazione delle valli che a raggiata si dipartono dalle zone più elevate.

CICLO VULCANICO OLIGO-MIOCENICO

Le rocce più antiche del Montiferru sono rocce acide (rioliti e daciti) affioranti nel Monte Colombargiu a SE di Scano di Montiferru.

Queste rocce acide del periodo Oligo-Miocenico (era Cenozoica) sono delle ignimbriti, cioè rocce formatesi con la fuoriuscita di immense nubi ardenti, costituite da una miscela di gas con in sospensione materiali solidi, ceneri e lapilli, ad altissima temperatura. Queste rocce presentano varie tonalità cromatiche dal marrone al rosso carminio e al giallo ocra e spesso sono fratturate, quindi si presentano in blocchi pseudo-prismatici. In queste rocce sono spesso presenti filoni quarzosi, che spiccano bianchi sulla colorazione di fondo delle rocce. Al termine del vulcanesimo oligo-miocenico si ebbe la deposizione di tufi che si ritrovano presso Cuglieri, nella valle del Riu Bottoni, dove sono stati rinvenuti resti di fossili vegetali, in genere di conifere.

SEDIMENTAZIONE MARINA MIOCENICA

Nel corso del Miocene (circa quindici milioni di anni fa) si ebbe nella zona una ingressione marina e cessò del tutto l'attività vulcanica. Gli affioramenti si estendono lungo la costa, da Torre del pozzo fino a Bosa, spesso sono in evidenza come presso Santa Caterina, ma talora sono ricoperti dalle successive vulcaniti. Nelle zone interne sono presenti alle spalle di Santa Caterina, attorno a Cuglieri, a Scano di Montiferru e tra il Rio Mannu e Tresnuraghes.

Il Miocene si presenta in diverse facies: calcaree, arenacee e marnose. La facies marnosa è conosciuta localmente come "tufo" e viene estratta dalle cave di Santa

Caterina ed utilizzata come materiale da costruzione. Attorno a Tresnuraghes si ritrovano dei calcari, costellati da piccole grotte, che poggiano sulle andesiti e sono ricoperte dalle colate basaltiche.

VULCANESIMO POST-MIOCENICO

Dopo la deposizione dei sedimenti marini, circa 5 milioni di anni fa il Montiferru, come in genere tutta la Sardegna, assunse nuovamente un aspetto di spiccata continentalità per spinte geotettoniche che causarono un sollevamento generale. A causa di questo sollevamento si crearono delle fratture profonde da interessare direttamente il mantello da cui risalirono dei magmi.

Tale vulcanesimo è legato al ciclo di subsidenza che ha portato alla formazione del Graben Campidanese, una depressione tettonica che va dal Golfo di Cagliari a quello di Oristano. Mentre nella fossa si depositano i sedimenti, erosi dalle aree laterali alla fossa che sono state sollevate, ai suoi bordi si innesca il vulcanesimo cui si deve la nascita del Monte Arci e del Montiferru e quindi, delle potenti colate basaltiche che hanno portato alla formazione dell'Altopiano di Abbasanta e di Campeda.

La prima manifestazione lavica di questo periodo è rappresentato dalle basaniti. L'affioramento classico di questa roccia è quello di Ponte Cambone, presso Scano di Montiferro,. La roccia appare di colore grigio metallico, fittamente rastrellata e fratturata.

La seconda formazione di questo ciclo è rappresentato dalle fonoliti. La lava fonolitica si presenta più acida di quella basaltica, per cui risulta più viscosa e scorre con maggiore difficoltà. La lava fuoriuscita rimane quindi ai bordi del punto di emissione e costituisce una specie di cupola che viene poi modellata dagli agenti esogeni sino ad assumere una forma a cono.

Le manifestazioni del ciclo vulcanico di questo periodo si chiudono con l'emissione di colate di tipo basaltico. In quest'ultimo periodo dunque, vi era un ambiente di tipo distensivo che ha consentito, attraverso fratture, la risalita di magmi molto fluidi con emissioni da centri di emissione puntiformi e soprattutto lineari.

GEOLOGIA DELL'AREA D'INTERESSE

In particolare, nel settore della cava "Su Inzale", sono presenti dal basso verso l'alto, le seguenti litologie:

- andesiti basaltiche subalcaline;
- basalti e trachibasalti debolmente alcalini, fortemente porfirici;
- alcalibasalti e trachibasalti a noduli peridotitici;
- basalti debolmente alcalini;
- detrito di falda;
- alluvioni recenti ed attuali

Le alluvioni recenti ed attuali si sono depositate nei fondo valle e le coltri di detrito di falda derivano dallo smantellamento delle scarpate rocciose.

L'area è interessata anche da un sistema di faglie, d'importanza regionale, ad andamento NW-SE. Lungo tale sistema tettonico si è impostata una valle debolmente accennata, di cui l'area di cava costituisce il rilievo orientale, nella quale si sono depositate le alluvioni recenti ed attuali.

L'area di cava, è caratterizzata da un rilievo collinare con quota massima attorno a 697 m, tale rilievo presenta un asse con direzione NE-SW. La collina digrada dolcemente verso la parte sud-orientale, mentre il versante nord-occidentale è caratterizzato dalla presenza di una scarpata rocciosa ben marcata, già oggetto di attività di spietramento. Tale scarpata segna anche il limite nord-orientale dell'affioramento roccioso che costituisce l'oggetto dell'attività estrattiva.

Questo affioramento roccioso è costituito da elementi basaltici giustapposti, di dimensioni variabili, comunque sono frequenti quelli con dimensioni ben superiori a 2 m. La forma è generalmente a parallelepipedo con bordi arrotondati. La faccia superficiale generalmente risulta essere arrotondata e talora piana.

I singoli elementi di roccia si sono venuti a determinare in seguito alla contrazione che la lava ha subito durante il suo raffreddamento. Tale contrazione ha portato alla formazione di fratture con andamento sub-verticale ed interessano la roccia per alcuni metri. La separazione tra elementi, fatto molto importante in quanto determina il grado di fatturazione e quindi le dimensioni dei blocchi che verranno cavati, è successivamente accompagnata da fenomeni di alterazione lungo queste superfici di

separazione. Questi fenomeni di alterazione portano allo smussamento degli spigoli e alla ossidazione della roccia, con conseguente alterazione della colorazione originaria. Dal punto di vista stratigrafico i sondaggi hanno individuato le seguenti litologie.

- Suolo argilloso marrone scuro, presenta potenze assai variabili, da completamente assente a qualche decimetro nella parte est dell'area di cava presenta.
- Cappellaccio costituito dalla parte alterata della formazione basaltica, si presenta con la granulometria di una sabbia e di un'argilla, ha una potenza massima di pochi decimetri.
- Basalto massivo grigio-violaceo a struttura porfirica per la presenza di fenocristalli di clinopirosseno e plagioclasio, si tratta di una roccia molto resistente (resistenza alla compressione monoassiale di 50-100 MPa), presenta sistemi di fratturazione generalmente sub-verticali e sub-orizzontali.

In definitiva, il tipo litologico che caratterizza il giacimento è questo basalto massivo, molto resistente; i sondaggi hanno evidenziato una buona omogeneità del materiale. Questa è una roccia in grado di fornire materiale di ottima qualità. L'unica limitazione è legata al grado di fatturazione. Il grado di fatturazione determina la grandezza dei blocchi, quindi una fatturazione eccessiva determina blocchi di dimensioni troppo piccole per poter essere lavorate al telaio. Questo fattore è estremamente variabile e difficilmente si può determinare a priori il loro sviluppo.

5.2. MORFOLOGIA

L'area è caratterizzata da una morfologia collinare, con quote comprese tra 684 e 697,5 m; si tratta di un dosso collinare con asse NE-SW con pendenze dei versanti dal 6 al 13 %. Sul versante nord-occidentale è presente una scarpata sub-verticale, in parte derivante da precedenti attività di scavo, che costituisce il limite dell'affioramento oggetto di coltivazione.

Estendendo l'analisi morfologica alle aree circostanti, si può affermare che le scarpate, che interessano le formazioni basaltiche, costituiscono la forma geomorfologica che caratterizza il settore. Altra forma legata alla gravità che interessa i versanti è il cono detritico che si trova ad est dell'area di cava. Le altre forme sono legate ai processi

determinati dalle acque superficiali, quali l'incisione degli alvei. Inoltre, nelle aree a bassa pendenza, si rinvenivano zone soggette al ristagno dell'acqua a causa del basso deflusso.

In definitiva la morfologia dell'area delineata da un'unica unità del paesaggio e cioè, quella tipica delle aree vulcaniche, caratterizzata da una notevole resistenza all'erosione.

In conclusione, si può affermare che i processi in atto nel settore sono solo quelli legati all'azione delle acque superficiali e non interessano l'area di cava. L'area, inoltre, non è caratterizzata da dissesti in atto o potenziali. Trattandosi di morfologia a moderata pendenza su substrato stabile, ed intervenendo con scarpate di modesta altezza, si può affermare che i lavori previsti non alterano l'equilibrio geomorfologico dell'area.

5.3. IDROGEOLOGIA

L'abbondanza di acque è strettamente connessa con le caratteristiche climatiche. Il clima del Montiferru è influenzato dalla vicinanza del mare e dalla disposizione delle montagne, si può quindi definire Mediterraneo sub-umido, specie a ridosso dei rilievi montuosi, con precipitazioni concentrate soprattutto in inverno e in primavera. Sulla costa il clima è decisamente mediterraneo, con punte di temperatura massima che possono superare i 40 gradi d'estate, minime che d'inverno scendono non di rado anche sotto lo zero. Nelle zone più elevate ci sono talvolta notevoli escursioni termiche tra il giorno e la notte soprattutto in primavera e in autunno.

Il Montiferru è caratterizzato dalla presenza di cospicue riserve idriche, sia superficiali che sotterranee. I motivi di tale abbondanza sono legati alla posizione del massiccio e alla sua conformazione geologica. L'area viene infatti colpita dai venti umidi provenienti dal mare, in particolare dal maestrale, che giunge frontalmente dal valle del Rodano, nella Francia meridionale, caricandosi di umidità nel suo tragitto sopra il mare. Queste condizioni determinano nella zona forti precipitazioni, soprattutto nei versanti occidentali, tanto che alla quota sommitale del monte Urtigu la piovosità media annua supera i 1.100 mm, agli appena 450 metri di Cuglieri supera gli 800 mm e a Tresnuraghes si mantiene attorno ai 700 mm annui. Ogni inverno sono abbastanza frequenti le nevicate, con il manto nevoso che però riesce a mantenersi qualche giorno solo nelle

cime più elevate. Sono inoltre abbondanti le cosiddette "precipitazioni occulte", legate a fenomeni di condensazione notturna, che incrementano notevolmente la quantità di acqua disponibile. L'abbondanza delle sorgenti, e quindi il mantenimento dell'acqua anche nella stagione più secca, è invece direttamente legata alla costituzione geologica della montagna, costituita quasi esclusivamente di rocce vulcaniche che sono tanto più permeabili quanto più interessate da sistemi di fratturazione, andando ad alimentare grandi bacini sotterranei, falde acquifere che danno origine a sorgenti. Tra queste, si evidenziano le sorgenti di Sant'Antioco, vicine a Scano di Montiferro, tra le più grandi della Sardegna, con una portata d'acqua che, in inverno e in primavera, raggiunge i 200 litri al secondo; e quelle di San Leonardo.

Per la caratterizzazione dell'area dal punto di vista idrogeologico si è eseguito il censimento dei pozzi e delle sorgenti, in un raggio di 1 Km dall'area estrattiva.

N.	Tipo	Profondità (m)	Livello statico (m)	Portata (l/s)
1	Pozzo	40	3,17	-
2	Pozzo	80	5,24	-
1	Sorgente	-	-	15,0

Tabella 1 - Censimento pozzi e sorgenti (aprile 2011)

Il censimento è stato eseguito nel mese di aprile 2011. Per l'impossibilità di accedere a molte delle aziende agricole presenti nell'area, che verosimilmente sono dotate di pozzi, non è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica della falda, vista la scarsità dei dati. Inoltre, il dato di portata, relativo alla sorgente di San Leonardo, è fortemente sottostimato, in quanto è quello relativo alle sole emergenze, manca, infatti, la misura della quantità di acqua che viene convogliata direttamente negli acquedotti.

Comunque, anche con i pochi dati relativi ai pozzi, si possono fare alcune considerazioni.

L'area è caratterizzata dalla presenza di un importante acquifero profondo impostato nelle formazioni vulcaniche che caratterizzano il Montiferru, o meglio nei sistemi di

fatturazione che le interessano. È l'acquifero che alimenta le numerose sorgenti che si rinvencono nella zona. È un acquifero con buona permeabilità e buone portate. Nei pozzi, la quota di rinvenimento dell'acqua, legata all'intercettazione di sistemi di fratturazione, è profonda alcune decine di metri e l'acquifero è dotato di una buona pressione, si tratta quindi di un acquifero artesianico.

Il bacino di alimentazione di questa falda è molto esteso, e non direttamente legato alla circolazione idrica superficiale. Il bacino di alimentazione è costituito dalle porzioni più elevate del Montiferru, situate a ovest dell'area interessata. Tale bacino idrogeologico è limitato ad est da un sistema di faglie ad andamento NW-SE che costituiscono una barriera per la circolazione sotterranea verso il settore orientale; in corrispondenza di tale sistema di faglie, infatti, sono localizzate le sorgenti di San Leonardo.

Il rilevamento di superficie non ha evidenziato la presenza di acquiferi superficiali, anche se non si esclude che la formazione delle alluvioni recenti ed attuali possa essere sede di una falda superficiale.

In particolare, nell'area di cava non sono stati rilevati indizi della presenza di falde superficiali, quali emergenze idriche lungo il piede della scarpata che delimita l'affioramento roccioso, oggetto di coltivazione. Ciò non esclude che, nel corso delle precipitazioni, tale affioramento sia sede di circolazione di acque superficiali.

5.4. INDAGINI E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Lo scavo della cava si sviluppa su due lotti, si vede in corrispondenza del setto che separa i due livelli si raggiungono le altezze e le inclinazioni del fronte maggiori, altezze massime di circa 3,5 m. Pur trattandosi di altezze di fronti di scavo non eccessive, ed interessanti materiali lapidei non eccessivamente fratturati, si è provveduto ad una caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso. La caratterizzazione geotecnica, di seguito esplicata, è stata studiata soprattutto per questa situazione descritta precedentemente.

Per la caratterizzazione geotecnica dell'area si è utilizzata la classificazione degli ammassi rocciosi secondo il metodo di Beniauskis-Romana, attraverso il quale possiamo avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso.

La classificazione di Beniaowsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

- A1 = resistenza a compressione uniassiale;
- A2 = Rock Quality Designation Index (indice RQD);
- A3 = spaziatura delle discontinuità;
- A4 = condizioni delle discontinuità;
- A5 = condizioni idrauliche;
- A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Beniaowsky) e con le dovute correzioni apportate da Romana nel 1985 lo Slope Mass Rating (SMR). L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMRb} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR corretto} = \text{RMRC} = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$$

Romana propone di aggiungere al valore di RMR (di base), alcuni fattori di aggiustamento sulla base dell'orientamento relativo fra discontinuità e fronte del versante e aggiungere un ulteriore fattore che tiene conto del metodo di scavo:

$$\text{SMR} = \text{RMRb} + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

dove il primo fattore di aggiustamento è il prodotto di tre fattori:

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti. F2 è riferito all'inclinazione del giunto nell'ipotesi di rottura planare.

F3 mantiene le relazioni proposte da Beniaowsky per l'inclinazione fra fronte e giunti.

F4 rappresenta un fattore di correzione legato al metodo di scavo ed è stato fissato empiricamente.

Calcolato il valore di SMR, si possono avere indicazioni generali, sul grado di stabilità della scarpata, sul tipo di cinematismo di rottura che si può instaurare e su quanto possano pesare eventuali interventi di stabilizzazione, secondo la tabella seguente.

SMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto Buona	Buona	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Stabilità	Sicuramente stabile	Stabile	Parzialmente stabile	Instabile	Sicuramente instabile
Modo di rottura	Assente	Possibili blocchi	Lungo piani o per cunei	Lungo piani o su grandi cunei	Su grandi piani o rototraslazioni
Stabilizzazione	Nessuna	Occasionale	Sistematica	Estesa	Riprofilare la scarpata

Tabella 2 - Classificazione degli ammassi rocciosi secondo Beniawsky-Romana

Applicando l'algoritmo al nostro caso particolare, come detto, abbiamo considerato la parte ovest dell'area di cava ed un fronte con direzione 30°N dove si avranno le maggiori altezze. I parametri richiesti derivano dall'osservazione delle carote e dal rilievo geostrutturale di superficie.

Nel nostro caso, i parametri richiesti e i rispettivi coefficienti calcolati sono riportati nella tabella seguente.

Determinazione parametri A			
Resistenza a compressione uniassiale		50 MPa	A1=7,00
RQD		70 %	A2=13,77
Spaziatura		0,90 m	A3=13,71
Discontinuità	Persistenza	1-3 m	V1=4,00
	Apertura	0,1-1,0 mm	V2=4,00
	Rugosità giunto	Leggermente rugoso	V3=3,0
	Alterazione	Non alterate	V4=6,00
	Riempimento	Compatto	V5=6,00
Condizioni idrauliche		Asciutto	A5=15,00
Orientamento delle discontinuità		Favorevole	A6=-7,00
Determinazione parametri F			
$\alpha_i - \alpha_f$ o $\alpha_j - \alpha_f$		20°-10°	F1=0,70
β_j / β_i		20°-30°	F2=0,70
$\beta_i - \beta_f$ o $\beta_j - \beta_f$		<-10°	F3=-25,00
Abbattimento		Controllato	F4=8
Calcolo dello SRM (Slope Mass Rating)		SRM=	66,23

Tabella 3 - Determinazione del parametro SRM

dove:

α_i = immersione del giunto

α_j = immersione della retta d'intersezione di due piani

α_f = immersione del fronte

β_i = inclinazione del giunto

β_j = inclinazione della retta d'intersezione di due piani

β_f = inclinazione del fronte

Dal valore dello SRM risulta che ci troviamo nella II classe della tabella n. 2, caratterizzato da una buona descrizione, da stabilità del fronte, per le quali si prevedono possibili fenomeni di rottura a blocchi e che necessita di occasionali interventi di stabilizzazione.

In conclusione possiamo fare le seguenti considerazioni. La cava si sviluppa generalmente con altezze dei fronti di scavo limitate che non comportano problemi di stabilità, dove i fronti di scavo raggiungono altezze più elevate, comunque sempre entro i 4 m, l'analisi geostrutturale ha determinato che ci si trova in una condizione di stabilità dove è ipotizzabile la caduta di possibili blocchi per cui si rendono necessari occasionali interventi di stabilizzazione.

Va precisato che, con l'avanzamento dei lavori, soprattutto con altezze dei fronti di scavo elevate, ed a seconda dello sviluppo dei sistemi di fratturazione, bisogna sempre tenere sotto controllo tali fronti per valutarne la sua stabilità ed eventualmente metterli in sicurezza.

6.0. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Come detto nella premessa, la ditta Perdas, in attività dal 1995, lavora la roccia per la produzione di pietra ornamentale sia per esterni che per interni; il basalto costituisce il 95 % della sua produzione, il restante 5 % è rappresentato dal granito che viene acquistato dalle cave del nord Sardegna. La società Perdas conta una ventina di occupati, tra dipendenti e soci con un fatturato di circa 1.500.000 €/anno. Attualmente la sua produzione si aggira sui 1.700- 2.000 m³/anno.



Stralcio Google Earth

La cava ha un'estensione di 46.256 m², interessando tre distinti mappali, situati nel Comune di Santu Lussurgiu, la superficie residua da coltivare per la quale si richiede la proroga è di circa 22.343 metri quadri. I mappali rientrano nella "proprietà Cadau", con cui la ditta Perdas ha un contratto d'affitto; attualmente i terreni sono dedicati esclusivamente al pascolo.

La cava in progetto si sviluppa in due lotti indipendenti, nel senso che i lavori interesseranno un lotto alla volta e si procederà al ripristino del un lotto esaurito prima di procedere con la coltivazione del lotto seguente; per questo il progetto di recupero è contestuale a quello di cava. La divisione in due lotti nasce per la necessità di ridurre l'impatto paesaggistico ed ambientale.

I due lotti sono separati da un "setto" non interessato dai lavori di estrazione. Questo perché l'area di cava è attraversata da una linea elettrica da 15.000 V. Quindi, si è voluto lasciare una fascia di tutela di larghezza pari a 10 m al di sotto di tale linea (servitù

Enel); in osservanza dell'art. 83 del D.Lgs. 81/08 che vieta l'esecuzione dei lavori in vicinanza di

linee elettriche; e per mantenere le distanza di sicurezza così come riportato nella Tab. 1 dell'Allegato IX del medesimo D.Lgs.

Secondo tale tabella, per linee elettriche con tensione nominale (Un) compresa tra 1 e 30 kV, la distanza di sicurezza (D), al netto degli ingombri e degli sbandamenti, deve essere pari a 3,5 m. I sostanza, la recinzione del lotto che ha una distanza di circa 5 m dalla proiezione della linea elettrica sul suolo, ha la funzione sia di impedire l'accesso di estranei all'area di scavo sia di evitare che i mezzi di lavoro (escavatori) possano avvicinarsi alla linea elettrica.

6.1. CONSISTENZA DEL GIACIMENTO

La determinazione del giacimento è stata valutata mediante un rilievo aggiornato dell'area eseguito nel mese di Aprile 2023, il rilievo è stato effettuato mediante aerofotogrammetria su drone, la nuvola di punti è stata elaborata su un piano quotato con curve di livello, la sovrapposizione del modello tridimensionale del rilievo attuale con la situazione a fine coltivazione descritta nella Tavola P08_PLN_Finale del progetto approvato ha elaborato la consistenza residua del giacimento riassunta nella seguente tabella:

SCAVO	Superficie	Suolo	Volume suolo	Volume totale	Volume netto
Lotto 2	17416	0,3	5224,8	39921,60	34696,80
Lotto 1 (residuo)	4927	0,3	1478,1	15191,9	13713,80
				TOTALE	48410,60

Rispetto alla situazione prospettata in fase progettuale durante la coltivazione del primo decennio siamo riusciti ad avere un quadro abbastanza preciso in merito alle rese ed al fabbisogno di questo materiale presso l'impianto di Paulilatino.

La resa effettiva di questo tipo di materiale si attesta attorno al 40% con punte anche del 45%, pertanto il materiale utile residuo sarà di:

$$48.410,60 \times 0,40 = 19.364,24 \text{ mc}$$

Dall'analisi della produzione presso l'impianto di Paulilatino abbiamo stimato nel corso degli anni un utilizzo medio di questo tipo di materiale stimabile attorno ai 1.700 metri cubi anno pertanto avremo una durata residua della cava per ulteriori dieci anni, a seguito di queste valutazioni abbiamo presentato, presso il servizio Attività Estrattive della RAS, regolare istanza di proroga e rinnovo dell'autorizzazione per la durata di anni dieci.

6.2. PIANO DI ESTRAZIONE

L'attività di coltivazione, nella prima parte a conclusione del 1° Lotto e successivamente con la coltivazione del 2°, procederà per splateamento con un unico gradone avente altezza massima di 3,5 m, il fronte verrà arretrato progressivamente verso sud-est, lungo metà della sua lunghezza in modo da dividere il lotto in due pannelli. In questo modo si riduce la superficie di spazio occupata e quindi l'impatto ambientale; inoltre si può avviare l'attività di recupero ambientale sul primo pannello mentre si procede con l'estrazione nel secondo pannello. Il primo pannello ad essere attaccato è quello a nord- est. Si verrà così a determinare un piazzale di cava a quota di 693 in leggera pendenza verso nord-ovest per permettere il deflusso delle acque meteoriche.

Lo scavo procederà con un escavatore da 360 q che separerà i singoli elementi lapidei, sfruttando le naturali fratture dell'ammasso roccioso. L'attacco del fronte avverrà dal basso del gradone. Non si prevede utilizzare l'attrezzatura a filo diamantato.

I blocchi così ottenuti verranno accantonati nelle aree di stoccaggio in attesa di essere caricati su camion che provvederà al trasporto verso l'impianto di segagione. Qualora i blocchi fossero di dimensioni eccessive verranno riquadrati con l'utilizzo di fioretti.

Durante l'attività di scavo, si provvederà ad accantonare separatamente la parte terrigena per essere riutilizzata, durante la fase del ripristino, per ricostituire lo strato di suolo.

Terminato il ripristino del lotto 1 si procederà con la coltivazione del lotto 2. Anche in questo lotto si procederà per splateamento su unico gradone, con la formazione di un fronte di cava che verrà arretrato verso nord-ovest con l'unica differenza che il piazzale avrà una pendenza maggiore (6 %). Anche questo lotto verrà diviso in due pannelli, con la differenza che si attaccherà il pannello più prossimo all'accesso al lotto, quello a sud-

est. In questo lotto, mentre si avvia l'attività estrattiva in prossimità dell'accesso, si provvederà, contestualmente, a creare il piazzale di cava riempiendo immediatamente i vuoti di coltivazione.

Anche in questo caso il ripristino nel primo pannello potrà essere avviato mentre si procede con l'estrazione nel secondo, con la differenza che in questo caso si deve lasciare il piazzale e la pista.

Terminata l'attività estrattive nel secondo pannello si provvederà alla frantumazione dello sterile in eccesso, stimato per il lotto 2 pari a 4.748 m³, successivamente si procederà con il ripristino del lotto 2. I lavori termineranno con lo smantellamento del piazzale, della pista interna al lotto e della recinzione.

6.3. Metodo di coltivazione

Il metodo adottato sarà quello per splateamento su un unico gradone dell'altezza di circa 3,5 metri.

L'attività produttiva nella cava si sviluppa essenzialmente nelle seguenti fasi operative:

- Asporto del terreno vegetale;
- Asporto del terreno vegetale con escavatore cingolato idraulico e successivo accumulo in apposita area di stoccaggio;
- Asportazione del materiale basaltico, l'asportazione dell'ammasso roccioso viene realizzata meccanicamente tramite escavatore dotato di benna rovescia con suddivisione in singoli elementi lapidei sfruttando le naturali fratture dell'ammasso roccioso;
- Taglio e riquadratura blocchi, qualora i blocchi fossero di dimensioni eccessive verranno tagliati con l'utilizzo di macchina a filo diamantato;
- Movimentazione dei blocchi in cava, la movimentazione e l'impilamento dei blocchi, sia da riquadrare che già riquadrati, avviene con escavatori e autogru, non sono attualmente presenti impianti di sollevamento (argani, derrick, ecc.);
- Carico e trasporto al laboratorio, i blocchi vengono caricati con escavatore e/o autogru sul pianale di autoarticolati e trasferiti in laboratorio per le successive lavorazioni.

Per l'esecuzione dei lavori di coltivazione, articolati su un turno per cinque giorni lavorativi alla settimana, sarà necessaria la seguente forza lavoro:



n° 1 tecnico minerario



n° 1 addetto cava, sorvegliante e addetto alla macchina da taglio

n° 1 operatore mezzi meccanici, autista

n° 1 autista e addetto autogru.

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

ATTREZZATURA	
DUMPER PERLINI T20	
AUTOGRU IVECO MAGIRUS 330 – 36 H CON GRU TARGA BS935SX ANNO 2007	
TRATTORE IVECO STRALIS A440 ST/71 CON SEMIRIMORCHIO TARGA CR347EC	
ESCAVATORE CINGOLATO VOLVO EC 380E ANNO 2019 MATRICOLA VCEC380EK00314084	

<p>MARTELLO DEMOLITORE EPIROC HB3100 SERIE DEQ211127</p>	
<p>MACCHINA A FILO DIAMANTATO DAZZINI MODELLO S625EGV MATRICOLA 1090914</p>	

6.4. Progetto di Recupero Ambientale

Nessuna variazione rispetto alle tecniche descritte nel precedente progetto.

6.5. Valutazioni economiche operazioni di ripristino

La valutazione verrà eseguita seguendo le modalità descritte nel precedente progetto considerando la quota parte residua del Lotto 1 e la totalità del Lotto 2 aggiornando il prezziario con i valori correnti.

Il computo metrico è stato elaborato sulla base delle seguenti attività:

- 1) smussamento bordo scavi con escavatore e martello demolitore, pari al volume di sterro di tabella n.6;
- 2) movimento terra del materiale per rimodellamento morfologico con eventuale frantumazione degli elementi arrotondati e compattazione, pari al volume di scarto, di tabella n. 6;
- 3) movimento terra per stesa di terreno recuperato nella cava stessa pari al volume del "suolo necessario" di tabella n. 7;
- 4) acquisto e stesa di terreno agrario per compensare i volumi mancanti;
- 5) acquisto, trasporto, miscelazione e semina di semi e concimi, semina e concimazione eseguita con trattore gommata e seminatrice o spandiconcime centrifugo;

Quindi nella tabella seguente vengono riportate le voci, utili alla determinazione del costo del ripristino, relative alle precedenti attività lotto per lotto.

Lotto	Area Riporto (Ha)	Riporto (m³)	Sterro (m³)	Scarto (m³)	Materiale rimodellamento (m³)	per Suolo necessario (m³)	Suolo da sfrido (m³)	Suolo da acquistare (m³)
Lotto 1	0,4927	4.951	663	4.289	2.811	1.478	1.785	-307
Lotto 2	1,80	14.983	319	14.664	9.266	5.398	4.452	946
Totali	2,29	19.889	982	18.953	12.077	6.876	6.237	639

Tabella 8 – Parametri per la determinazione del costo del ripristino

Il computo metrico si basa sull'elenco prezzi del Prezziario Regionale dell'Agricoltura, riportato di seguito.

Codice tariffa	Descrizione	U.M.	Prezzo (€)
R.006	Rimozione di crosta o cappellaccio e grossi massi, compreso l'amminutamento con martello idraulico, l'accatastamento in cumuli misurabili ed il ripasso	€/m³	13,53
R.014	Movimenti di terra con compenso tra scavi e riporti (superiori a mc 400/ha) da effettuare con mezzi meccanici ...	€/m³	2,54
R.019.400	Acquisto di Terra di coltivo proveniente da strato colturale attivo, priva di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci ecc, compresi oneri per eventuali analisi chimico/fisiche da esibire a richiesta della direzione lavori e/o dal Tecnico incaricato dell'accertamento di regolare esecuzione; compreso inoltre trasporto, spargimento e sistemazione superficiale per dare l'opera finita.	€/m³	20,92
U.010	Semina e concimazione eseguita con trattrice gommata e seminatrice o spandiconcime centrifugo ...		

U.010.001	a - per trasporto, miscelazione e distribuzione	€/Ha	140,20
U.010.002	b - per acquisto di seme e concimi ...	€/Ha	201,60

Tabella 9 – Elenco prezzi ripristino

In base a questo elenco prezzi ed in base alle operazioni precedentemente indicate, di seguito vengono estrapolati i costi del ripristino. Poiché l'attività di ripristino verrà eseguita lotto per lotto, anche i costi di ripristino sono relativi a ciascun lotto, anche al fine di determinare la polizza fideiussoria per il solo in attività.

Codice	Descrizione	U.M.	Prezzo (€)	Quantità	Costo (€)
R.006	Smussamento bordo scavi con escavatore e martello demolitore	€/m ³	13,53	633,00	8.564,49
R.014	Movimenti di terra ... per rimodellamento morfologico	€/m ³	2,54	4.289,00	10.894,06
R.014	Movimenti di terra ... per suolo	€/m ³	2,54	1.478,00	3.754,12
R.019.400	Acquisto di Terra di coltivo proveniente da strato colturale attivo, priva di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci ...	€/m ³	20,92	0,00	0,00
U.010.001	Semina e concimazione - per trasporto, miscelazione e distribuzione	€/Ha	140,20	0,49	68,70
U.010.002	Semina e concimazione - per acquisto di seme e concimi ...	€/Ha	201,60	0,49	98,78
Totale ripristino lotto 1					19.626,03

Tabella 10 – Costo ripristino lotto 1

Codice	Descrizione	U.M.	Prezzo (€)	Quantità	Costo (€)
R.006	Smussamento bordo scavi con escavatore e martello demolitore	€/m ³	13,53	319,00	4.316,07
R.014	Movimenti di terra ... per rimodellamento morfologico	€/m ³	2,54	14.664,00	37.246,56
R.014	Movimenti di terra ... per suolo	€/m ³	2,54	5.342,00	13.568,68
R.019.400	Acquisto di Terra di coltivo proveniente da strato colturale attivo, priva di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci ...	€/m ³	20,92	56,00	1.171,52
U.010.001	Semina e concimazione - per trasporto, miscelazione e distribuzione	€/Ha	140,20	1,80	252,36
U.010.002	Semina e concimazione - per acquisto di seme e concimi ...	€/Ha	201,60	1,80	362,88
Totale ripristino lotto 1					56.918,07

Tabella 11 - Costo ripristino lotto 2

Infine nella tabella seguente è riportata la determinazione del costo del ripristino per l'intera area di cava.

Lotto	Costo ripristino (€)
Lotto 1	19.626,03
Lotto 2	56.918,07
Totale	76.544,10

Tabella 12 – Costo del ripristino complessivo

6.6. Programma Economico Finanziario

Il materiale estratto dalla cava in progetto è destinato, interamente, ad approvvigionare di materia prima l'impianto di segaggione, sito nel Comune di Paulilatino, della stessa ditta proponente. I prodotti finiti che Perdas produce si utilizzano per pavimentazioni esterne (cordunate, pavimentazioni segate, cubetti, opus incertum), elementi di arredo urbano, placcaggi e rivestimenti sia per esterni che per interni, elementi architettonici di varia tipologia (architravi, stipiti, gradini ecc.), elementi di arredo di diversa tipologia quali caminetti.

Inoltre lo sfrido, a parte quello necessario per il ripristino dell'area, verrà utilizzato per la produzione di inerte granulare. Tale materiale avrà una distribuzione locale.

6.7. Determinazione dei costi di gestione della cava

Nella tabella della pagina seguente viene riportata la determinazione del costo di produzione del metro cubo di utile, in essa compare anche (come valore negativo) il ricavo per la vendita del materiale inerte prodotto dagli sfridi non utilizzati per il rimodellamento morfologico.

La ripartizione dei costi a metro cubo di utile si basa sui seguenti dati:

- 19.364 m³ di utile;
- 1.700 m³ di utile annuo;
- durata dell'attività 10 anni.

Sicuramente la società Perdas ha la possibilità della verticalizzazione massima per il materiale cavato; perché tale materiale verrà lavorato nell'impianto di segagione della stessa ditta dandogli il massimo valore aggiunto.

VOCI		Prezzi	Quantità/Consumi			Costi	Costo/m ³	
Affitto terreno	5.000,00	€/anno				5.000,00	€/anno	2,94 €/m ³
Recinzione	8,81	€/m	652,00	m		5.744,12	€	0,22 €/m ³
Preparazione e smantellamento piste	25,00	€/m ³	209,25	m ³		5.231,25	€	0,20 €/m ³
Manodopera								
Operaio	25.000,00	€/anno	2,00			37.553,00	€/anno	22,09 €/m ³
N° 1 escavatore da 360 ql								
Rata leasing	6.260,00	€/mese				75.120,00	€/anno	44,18 €/m ³
			h	l/h	gg/anno			
Gasolio	1,39	€/l	8,00	20,00	200,00	49.000,00	€/anno	
Olio lubr. + idraul.	7,00	€/l	8,00	0,40	200,00	4.480,00	€/anno	
Manutenzione						4.000,00	€/anno	
Totale annuo						186.128,00	€/anno	109,49 €/m ³
Martello leggero	5.000,00	€	1			5.000,00	€	2,94 €/m ³
Ripristino	76.544,10	€	1,00			76.544,10	€	3,95 €/m ³
Spese generali ed amministrative	10.000,00	€/anno	1,00			10.000,00	€/anno	5,88 €/m ³
Costo Totale Energia Elettrica	2.180,00	€/anno	1,00			2.180,00		
Macchina a filo diamantato	12.000,00	€/anno	1,00			12.000,00		
Dumper	3.000,00	€/anno	1,00			3.000,00		

Totale costo di produzione del m³ di utile

122,26 €/m³

Questo è il costo di produzione per ogni metro cubo estratto, gli utili non sono stati valutati in quanto gli stessi sono imputati alla verticalizzazione interna del materiale presso l'impianto di segagione.

7.0. CONCLUSIONI

Le singole tabelle presenti nella descrizione delle sottofasi, mostrano una continua evoluzione dei lavori di coltivazione e di ripristino del sito, laddove è possibile si è cercato di accorciare la durata delle sottofasi ed iniziare nel più breve tempo possibile le opere del ripristino.

La regolazione del futuro ecosistema in equilibrio deve iniziare molto presto, durante gli stessi lavori estrattivi, mediante un modellamento geomorfologico il più vicino possibile alle forme naturali.

In questa ottica il progetto è stato redatto formando un mosaico di fisiotopi (forme pianeggianti, depressioni, gradonature) il meno possibile esposte ai fattori aggressivi naturali: forza di gravità (frane), acqua (erosione idraulica), vento (erosione eolica) e che favorisca la rapida evoluzione verso una rete di biotopi ben integrata nel paesaggio circostante.

Una morfologia corretta, non solo costituisce un paesaggio attraente, ma garantisce anche un deflusso idrico e un microclima più equilibrato e più favorevole alla difesa del suolo e allo sviluppo della vegetazione in un rapporto di progressiva stabilizzazione.

Quanto prima può svilupparsi la vegetazione, tanto più rapidi ed efficaci sono i suoi effetti sulla maturazione dei suoli grezzi e sulla compensazione degli estremi microclimatici.