

PAESAGGI MINERARI

UN PROGETTO PER MASUA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA TRE
Laurea Magistrale in Architettura Progettazione Urbana A.A. 2013-2014
Laureanda Maura Argiolas
Relatrice Dott. Annalisa Metta

Introduzione	5
L'ATTIVITA' MINERARIA	6
VIAGGIO IN SARDEGNA	9
COSA È STATO, PER IL SULCIS, IL MONDO DELLE MINIERE?	11
GEOGRAFIA e GEOLOGIA	14
CICATRICI	18
STRUMENTI	20
STRATEGIA	22
MASUA	26
CARTE STORICHE	34
L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI MASUA	48
PIETRE ed ERBE	54
STRATIGRAFIA	55
AMBIENTI MINERARI	58
RELAZIONI LITOMORFOLOGICHE-VEGETAZIONALI	58
UN PROGETTO PER MASUA	62
BIBLIOGRAFIA, SITOGRAFIA E FONTI	75

L'attività mineraria è stata per il territorio del Sulcis-Iglesiente, tristemente noto per essere il più povero d'Italia, l'unica parentesi positiva di una profonda e secolare crisi economica.

Tale parentesi, che ha significato la trasformazione geomorfologica, ambientale e sociale di questo territorio, è durata, con significative intermittenze, quasi un secolo.

Ciascuna miniera è portatrice di un carattere peculiare determinato da numerosi fattori, quali la posizione geografica, la relazione con le infrastrutture viarie, la tipologia di impianto estrattivo e dei relativi scarti, la qualità dei manufatti edilizi dell'attività e di quelli prodotti dall'indotto della miniera.

Qualsiasi attività che si voglia introdurre in questo territorio, che proponga di apportare dei benefici per la popolazione che lo abita, porta con sé una prerogativa fondamentale: la bonifica.

Il termine bonifica deve essere inteso nel senso più vario del suo significato; in termini qualitativi può significare la decontaminazione dei siti e la loro messa in sicurezza, in termini temporali può essere intesa secondo lassi molto diversi a seconda dell'attività che si intende proporre, delle caratteristiche proprie di ciascun sito e della linea culturale secondo la quale viene intrapresa.

Questa formulazione può sembrare alquanto generica in termini d'indicazioni di intenti, ma ribadisce e include il concetto di peculiarità di ciascun sito minerario, che, in unione alle particolari condizioni socio-economiche in cui questo territorio è cristallizzato, delinea un indirizzo progettuale intenzionalmente non compiuto degli interventi, bensì rivela la necessità di mettere in moto un processo che occupa tempi, energie e risorse alquanto precarie e mutevoli.

Uno degli interventi possibili all'interno del sistema dei siti minerari dismessi e proposto in questa tesi interessa l'area mineraria di Masua.

L'ATTIVITA' MINERARIA



La Sardegna rappresenta una delle regioni italiane che maggiormente sono state interessate da intense attività minerarie, sia in termini di estensioni territoriali sia per la durata temporale delle stesse.

La storia mineraria sarda ha inizio presumibilmente intorno al sesto millennio a.C. con l'estrazione e la lavorazione dell'ossidiana; l'avvento delle tecniche metallurgiche e il perfezionamento della tecnica mineraria hanno successivamente permesso l'estrazione di ingenti quantità di minerali metallici, in particolare solfuri di piombo, argento e rame. Questo fatto, assieme alla posizione geografica dell'isola, ha permesso che la Sardegna diventasse un polo strategico per i mercati del Mediterraneo.

A partire dal decimo secolo a.C. l'isola è stata meta di conquiste per lo sfruttamento delle risorse minerarie; in particolare, soprattutto nelle aree del Sulcis-Iglesiente, sono state rinvenute tracce di escavazione e scorie di fusione risalenti all'epoca dei fenici e dei cartaginesi. La dominazione cartaginese ebbe fine con la cessione dell'isola al dominio romano (nel terzo secolo a.C.); in tale periodo si assistette inizialmente ad una intensa crescita dell'attività mineraria (la Sardegna assunse il ruolo di terza potenza romana per quantità di metalli prodotti), seguita da un progressivo rallentamento delle attività.

Alla caduta dell'impero romano, la Sardegna è segnata da vicende storiche che, dalla breve occupazione vandalica, portano alla dominazione bizantina. E' in questo periodo che si verifica la rinascita dell'attività metallurgica, seppur contrastata da continue scorrerie di saraceni che costrinsero le popolazioni all'abbandono progressivo delle coste.

L'isolamento della Sardegna dalle vicende dell'impero bizantino favorì la nascita dei Giudicati (Cagliari, Arborea, Torres e Gallura) - regni sovrani ed indipendenti - con i quali, per la prima volta nella sua storia, si afferma una reale autonomia politica ed amministrativa. Dell'attività mineraria in tale periodo si hanno ben pochi documenti, mentre una nutrita documentazione, risalente al successivo periodo pisano, testimonia la ripresa della attività estrattiva in particolar modo nell'area del Sulcis-Iglesiente. Le modalità di conduzione delle lavorazioni minerarie, in questo periodo prevedevano lo scavo di fosse che si sviluppavano in profondità mediante

gallerie e pozzi di estrazione, con una estensione dei lavori piuttosto limitata.

Successivamente, con la dominazione aragonese prima e quella spagnola poi, l'attività mineraria conobbe un periodo di continua decadenza a causa dell'imporsi sul mercato dei metalli provenienti dalla Spagna ma, anche in tale situazione, le miniere non cessarono del tutto le attività e soddisfarono, perlomeno, le richieste del mercato regionale. Durante la dominazione spagnola, durata circa quattrocento anni, l'esercizio delle attività minerarie era subordinata al rilascio di concessioni, da parte dell'amministrazione statale, per l'esplorazione e lo sfruttamento dei giacimenti dell'isola. Delle circa quaranta concessioni rilasciate in questo periodo, quasi la metà interessavano il territorio del Sulcis-Iglesiente.

Agli inizi del XVIII secolo, con l'ingresso della Sardegna nel regno sabauda, si assistette ad una nuova ripresa delle attività di estrazione, sempre con la modalità delle concessioni, e ad una serie di innovazioni tecnologiche, quali l'impiego di esplosivo, durante la fase di lavori di estrazione. Agli inizi dell'800 si contavano in Sardegna 59 miniere, prevalentemente di piombo, ferro, rame e argento. Con la nuova legge mineraria del 1840 (in Sardegna entrava pienamente in vigore nel 1848), che prevedeva la separazione della proprietà del suolo da quella del sottosuolo, chiunque poteva richiedere l'autorizzazione per la conduzione di ricerche minerarie al proprietario del fondo o, nel caso di opposizione e rifiuto di quest'ultimo senza adeguata argomentazione, al Prefetto che poteva, d'ufficio, rilasciare la concessione.

Tale procedura richiamò l'interesse di diversi imprenditori e provocò la nascita delle prime Società per lo sfruttamento dei giacimenti della Sardegna.

Nel 1868, l'impiego della dinamite rivoluzionò le tecniche estrattive consentendo le coltivazioni a costi relativamente bassi anche in zone, fino ad allora, non economicamente sfruttabili. In questi anni l'importanza socio-economica delle miniere, nel contesto produttivo sardo, assunse dimensioni preponderanti, sia per il numero di lavoratori impiegati direttamente nelle lavorazioni minerarie, sia per l'aumento della produzione, dello sviluppo delle ri-

VIAGGIO IN SARDEGNA

Mentre scriviamo, il sole penetra a strisce nella veranda rossiccia e tormenta le pernici rinchiuso nella prigione di legno. Dalle aiuole di sotto viene un odore fresco di rose maggesi: poi, oltre le aiuole, il verdeggiamiento selvatico delle montagne che si allungano verso il mare, le rocce biancastre, il pennacchio placido e candido che s'innalza dal fumaio nell'azzurro incontaminato. Anche il mare è azzurro, più cupo. Il Pane di Zuccherò stacca sul fondo nettamente come la prora di una immagine fregata sommersa; in quella solitudine petrosa gli avvoltoi dalla testa calva si accoppiano in amore, e i colombi svolazzano a stormi. Pure, c'è una infinita malinconia nell'aria. Giungono le voci indistinte dei lavoratori di sotto le tettoie, i battimenti monotoni dei crivelli; a tratti gli scoppi cupi delle mine giù nel ventre della montagna si propagano con un fremito sordo, un rombo lungo. Quegli scoppi ci avvisarono la vicinanza di Masua. Salivamo a cavallo su per la via polverosa incumbente al mare, dopo aver lasciate in dietro le spalliere di fichidindia, le torrette fumiganti di Monteponi, la pozzanghere d'acqua argillosa pullulanti d'erbe alte, le casette bianche di Gonnese rannicchiate al piede di un gran cono alpestre. Con che esultanza meravigliosa di azzurro, con che lampeggiare vivo di sole ci si aprì dinanzi il mare dopo quel tedio faticoso di strada maestra!

L'acqua rompeva alla spiaggia chiara e solitaria; le montagne in lontananza si perdevano dalle tinte verdastre alle tenerezze turchiniche e violette; più in là, verso il seno di Masua, s'addentravano come una testa di coccodrillo mostruoso. Andavamo al trotto fitto delle cavalle, sentendoci in faccia l'alito fresco della brezza che ci agghiacciava il sudore nei pori. Ad ogni svolta una veduta nuova: zone di mare fiammeggianti tra le inquadrature taglienti delle rupi: profili di scogli delineati sul fondo argentino dell'orizzonte; accavallamenti strani di boscaglie e di macchie vinte dal maestrale con uno stormire sonoro. Poi ecco i nuvoli bianchi di fumo salienti tra il verde, gli scoppi, i rumori metallici della miniera.

E' una conca di montagne erte e frastagliate: a destra tutto rocce, a sinistra tutta boscaglia. Il minerale giallastro ne copre qua e là le falde; qua e là arrampicate sul verde le capanne dei minatori sembrano mucchi di concime, tane di belve, confuse coi

massi che sembrano gruppi di stalagmiti enormi.

I MINATORI

All'alba, fra quei coni di frasche e di fango, c'è un brulicame umano. Escono quasi carponi dalle strette aperture, come Esquimesi di sotto il ghiaccio: sono uomini pieni di cenci e di sudiciume, dal viso terreo, con gli occhi arrossati nel tormento delle polveri, con i capelli incolti; sono donne macilente, flosce, quasi istupidite dall'incubo di quella oscurità domestica pregna di miasmi, dalla caldura soffocante di tutta una notte; sono bimbi rachitici, col viso per lo più chiazzato di croste, con gli stinchi fiacchi, senza un lampo ilare nella pupilla, senza uno strillo di gioia in bocca, senza un impeto libero in cuore.

Gente per cui il senso della vita è angoscioso, costretta a estenuarsi i polmoni nell'aria attossicata delle gallerie, frangersi le braccia contro la pietra, a dormire poi sulla terra umida, senza strame, sotto le travi nere di fumo. Per quegli uomini la famiglia non ha gioie; dentro quelle tane ogni affetto intristisce; la mano levata ad accarezzare ricade stanca.

Escono dal buio della miniera, come ombre, e rientrano nel buio della casa, attraversando ebe quel tratto di sole e di verde senza emettere più ampio il respiro. Il mattino intorno trionfa. Le nebbie torpide dileguano a poco a poco dal mare color acciaio; il Pane di Zuccherò emerge ignudo e fiammante di sole tra le volate di colombi selvatici. L'altra parte della montagna, non ancora illustrata, si disegna sulla chiarezza diafana del cielo con aggruppamenti fantastici di rocce che paiono rovine di mura ciclopiche e di pagode indiane, frantumi di grandi idoli egizii, squarci di bassorilievi babilonesi e il pennacchio seguita sempre placidamente candido a svolgersi dal fumaio, ad allungarsi nella purità dell'aria, segnando l'ombra fuggevole sul terreno. Sotto le tettoie ferve l'opera. Sulle estremità dei crivelli di legno saltellano, come automi, figure umane; e le travi si aprono e si chiudono come mandibole di alligatori, con uno stridore penoso di cardini arrugginiti.

Qualche donna, col capo coperto d'uno straccio, sta seduta al sole, picchiando senza riposo il martello su pezzi di calamina; pare che la stanchezza non le vinca i polsi; ha gli occhi socchiusi, le labbra serrate, e picchia picchia picchia, stordita di quei colpi, stordita dal sole, quasi dimenticando di vivere. D'intorno le ondeggia la primavera, qualche fratta di fichidindia solleva faticosamente le foglie grasse; i mucchi

di scorie luccicano come coni di carbon fossile, come obici di ferro frantumati. Ma che profonda tristezza cade col vespero su questa conca di monti e di mare!

Il lavoro esterno illanguidisce, gli stridori, i battimenti, i martellamenti, cessano a poco a poco; e gli operai si levano sulle gambe intorpidite. S'incontrano per le viottole ingombre di erbacce e di celidonie in fiore; sono volti pallidi, volti anneriti su cui spicca il bianco largo dell'occhio tra le orbite piene di sangue, volti da cui traspare la stanchezza delle membra e dell'anima. Non s'ode una canzone, non uno scoppio di risa: tra le capanne ricomincia il brulichio incerto; poi più nulla. Giù per la discesa cigola qualche carretto carico di calamina, verso il mare, lungo il fosso che contamina d'acqua giallastra l'onda salsa e spumante tra le scogliere. Il sole non si vede, nascosto dietro le rocce: ma un bagliore caldo di viola e di minio si diffonde per tutto l'orizzonte, e su quel bagliore il profilo del Pane di Zuccherò sfuma tra i vapori caldi. L'isola di S. Pietro in lontananza naufraga lentamente. L'acqua del mare non ha fragranza, si rompe contro gli scogli nerastri, verdognoli; e il mormorio si propaga per le spiagge solitarie, mentre una barcaccia carica di piombo naviga faticosamente a mezza vela.

Così fuori stagna la vita. In fondo alla montagna c'è un'altra vita, un'angoscia più tremenda di fatiche: la guerra degli uomini e delle pietre.

Entrammo, guidati dall'ingegnere Scarsella, un ingegnere ospitale, cortese, artista come pochi ingegneri sono. La luce gialla delle lucerne che ci oscillavano in mano stentava a diffondersi per quel tenebroso umido e denso: vincevano le tenebre. E per quella oscurità fredda e taciturna, pregna di un odore di terra bagnata, noi andavamo, con quelle lucerne in mano, tenendoci in mezzo alle rotaie per non ruinare in qualche frana; con un respiro scarso per non sentire il miasmo dell'acqua fangosa; con la testa chinata, per non urtane nelle travi che puntellavano la volta di granito. Non si vedeva nulla; le muraglie nere respingevano le ombre dei corpi umani; la melma stagnante fra le rotaie respingeva i riflessi della luce. Era una durezza per tutto, una durezza di macigno nero inflessibile ed indomabile. Solamente, ogni tanto, passavano gli sbuffi tiepidi del vapore e gli echi delle voci umane, che parevano un gracidiare di corvi, o una caduta di sassi.. .Qua e là, per la tenebra rotta, in un cavo della roccia, tra le macchine

mosse da un fremito inconsapevole, stavano delle ombre umane. Alcune spinte innanzi, con le gambe affondate tra i sassi, percontenti disperatamente, altre erette tra il vapore, immobili.

Intanto le secchie piene di minerale scendevano e salivano dai pozzi, e le carrucole stridevano lamenteose. Incominciammo a scendere le scale: ottanta metri di scale a pioli in certi pozzi angusti, ove il respiro mozzo scoppiava come un singhiozzo.... Finalmente giungemmo in fondo, al livello Calvi: una spelonca tetra, con certe nicchie nere che paiono gole di mostri spalancate, con certi macigni spezzati che paiono mucchi d'ossa calcinate, con un frammento perenne di sassi, con uno scroscio esterno di terriccio smosso. I minatori stanno lì saldi contro il macigno duro, e percuotono e percuotono i cunei coi martelli. Questa sinfonia di venticinque martelli rimbomba sonoramente nella spelonca ..I minatori stanno lì saldi contro il macigno, a combattere: la battaglia è rude. Il granito resiste impassibile come un catafratto antico... Quando riuscimmo all'aria aperta libera, e la luce del sole vittoriosa ci risplendè negli occhi, e risentimmo sulla faccia gli aliti delle brezze marine, un senso di nausea e di ribrezzo ci vinse.... Uscimmo.

Sciama d'uomini e di donne mangiavano, sdraiati tra i mucchi di minerale, accovacciati per i fossi, ammicchiati tra i cardi, nell'arsura. Parevano bestie affamate. Mangiavano con una voracità feroce, cacciandosi in bocca i mazzi di lattuga fresca, stritolando i tozzi di pane nero. Alcuni stavano seduti, rotando intorno gli occhi rossi, come per paura di un ladro; altri se ne stavano allungati, col cranio sulla terra ardente, in una noncuranza di pazzi, in una insolenza di moribondi.. .Nelle capanne mangiavano le famiglie. Chi può ridire lo spasimo di questi pasti conquistati con dodici ore di fatiche orrende, conquistati a forza contro le asprezze delle pietra ribelle, contro l'inerzia inflessibile del metallo.*

* Gabriele D'Annunzio, "Masua", in *Cronaca Bizantina*, Roma, 1 giugno 1882

COSA È STATO, PER IL SULCIS, IL MONDO DELLE MINIERE?

Che rottura ha rappresentato l'attività mineraria dal punto di vista sociale e culturale? Cosa lascia sul territorio, al di là degli evidenti segni nel paesaggio e nell'ambiente?

Come è noto, l'attività mineraria è stata la culla della rivoluzione industriale e, per quanto essa sia in larga misura un'attività per numerosi aspetti proto-industriale, essa ha rappresentato per la Sardegna e per il Sulcis in particolare, quel poco di industrializzazione che l'isola ha conosciuto. Questa è la chiave per comprendere lo straordinario attaccamento all'identità mineraria e anche un limite per le prospettive di crescita e di sviluppo del territorio.

L'industria è stata, nel processo che conduce alla società moderna contemporanea, una chiave di volta fondamentale, un solvente universale, come è stata definita.

Non si tratta di una questione opinabile. Al di là di una sterile polemica tra ruralisti e industrialisti, è storia. Può piacere o non piacere, ma questo è quello che è avvenuto laddove la grande trasformazione dal mondo rurale-agricolo al mondo urbano-industriale ha avuto luogo. Laddove, come in Sardegna, è stato limitato nella sua quantità e nella sua qualità, si sono manifestati quei ritardi nello sviluppo largamente universalmente conosciuti. Industrializzazione vuol dire che, a un dato momento storico - che in Italia raggiunge il suo culmine alla metà degli anni Settanta, ma che nel Sulcis è invece alla fine degli anni Quaranta - la stragrande maggioranza della popolazione è legata per la sua sussistenza all'attività industriale.

Vi è legata direttamente, perché opera in una fabbrica o in una miniera, o indirettamente, perché è al servizio dell'industria, ne segue i ritmi e ne condivide fortune e difficoltà. Le aree minerarie, più di altre attività industriali, esprimono l'immanenza di una sola attività, attorno alla quale ruota la vita economica sociale e culturale di comunità intere: le frequentazioni che iniziano nel lavoro continuano nel (poco) tempo libero e scuola, biblioteca, dopolavoro, sport, svago eccetera, si svolgono sotto la stessa insegna, quella della società mineraria. La miniera è una sorta di istituzione totale, che regola tutti gli aspetti della vita degli individui.

A Iglesias, Carbonia, Gonnese, Guspini, Buggeru, gli occupati nell'industria estrattiva rappre-

sentano ancora nel 1951 quasi il 60% di tutti gli occupati. Se vi aggiungiamo le attività al servizio delle miniere dalle mense alle scuole, dai trasporti alle banche, si può valutare in tutta la sua valenza l'importanza di questa attività. Dunque non stupisce che i segni lasciati sulle società locali siano così pervadenti e così radicati nella memoria collettiva. Altrettanto pervadenti e profondi quelli lasciati nel paesaggio e nell'ambiente fisico.

L'industrializzazione porta con sé una vera e propria rivoluzione sociale e questo processo, nel Sulcis, avviene quando il resto della Sardegna è ancora immersa nell'eterno mondo agropastorale.

L'industria è prima di tutto urbanesimo, concentrazione di persone nello stesso luogo, o in luoghi limitrofi. In cento anni dal 1851 al 1951, la popolazione della Sardegna nel suo complesso raddoppia. Quella del Sulcis aumenta di quattro volte e quella dei comuni minerari di sei volte.

Urbanesimo non è sinonimo di urbanità, di una forma superiore di civiltà, ma la concentrazione demografica porta con sé diverse forme di socialità, che a loro volta affondano nella diversa attività lavorativa e nella diversa organizzazione. Verso una Sardegna più vasta, visto che si trovano fianco a fianco persone che provengono dalle più diverse parti d'Italia.

A Carbonia negli anni Quaranta, solo una piccola percentuale della popolazione è sarda. Urbanesimo non significa solo convivenza con persone spesso diverse, ma più facile accesso al più vasto mondo.

L'industria è almeno un inizio del cambiamento radicale che riguarda la condizione della donna.

L'industria è responsabilità sistematica verso i compagni di lavoro. È almeno tendenzialmente, gerarchia temperata da meritocrazia.*

* Luciano Ottelli, *Monteponi*, Carlo Delfino Editore, Sassari 2010.



Iscrittura di minatori di epoca cartaginese rinvenuta nell'area mineraria di S. Giovanni



India ebore, argento Sardinia. Altica mette numerose città prendono nome dall'attività estrattiva: Plumberia, Ferraria, Metallia.



Breve di Villa di Chiesa regolamenta l'attività mineraria



600.000 Ton Pb /anno
1000 Ton Ag /anno



15.000 ton Pb /anno
6.500 minatori lavorano nelle fosse



Il deputato Quintino Sella scrive una relazione parlamentare sulla Condizione dell'industria mineraria in Sardegna

I mercanti fenici esportano l'Ossidiana estratta dalle popolazioni nuragiche nel Monte Arci

Le popolazioni nuragiche realizzano dai metalli estratti numerosi aмуetti votivi noti come Bronzetti

Conte Ugolino della Gherardesca fonda Villa di Chiesa che diventa il più importante centro estrattivo

Dominio Aragonese decadenza dell'attività mineraria

la Congiura di Palabanda segna un primo atto di ribellione al dominio Piemontese



Monete romane dedicate al Sardus Pater

Eleonora d'Arborea scrive la Carta de Logu

COLONIE FENICIE

L'ossidiana estratta scorrotto da numerosi giacimenti del Monte Arci, ubicato ad est di Cagliari, era formata soprattutto dai due quarzi: rhyolite e andesite. In epoca nuragica, venne esportata in buona parte nell'Europa meridionale. Tra la fine del secondo e i primi secoli del primo millennio a.C. tutti i giacimenti minerali della Sardegna erano probabilmente di proprietà dei differenti centri nuragici e il minerale ricavato era acquistato dai mercanti fenici anche attraverso la pratica consolidata dello scambio di doni.

Dal V sec a.C. fino al VI sec. a.C. si può constatare l'assenza di uno specifico interesse da parte degli aborigeni della città fenice per i metalli della Sardegna, mostrata dall'argomento esente. L'interesse per l'argento e per il basino minerario di Antas si rivela non prima della conquista cartaginese della Sardegna: la prova la ricostruzione del santuario nuragico, e la sua dedica a Sot Abbi Babai, una divinità purica strettamente connessa e identificata con un personaggio divino locale. Il governo cartaginese sancisce la proprietà delle miniere con un ideale strutturato delle due divinità.

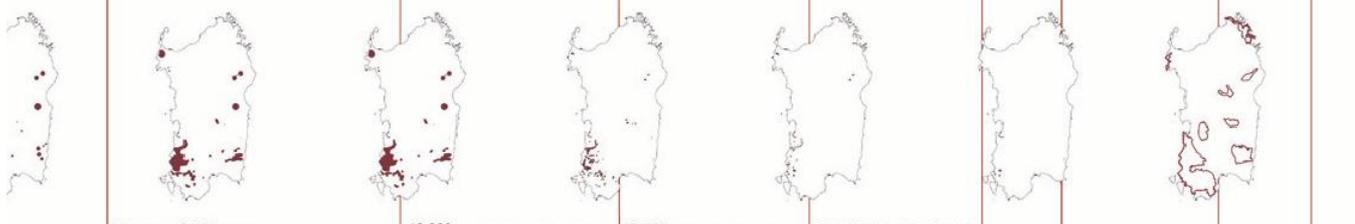
Augusto, una volta giunto al potere, realizzò il recupero del preesistente tempio purico di Antas in forme romane dedicate al Sardus Pater. La divinità è raffigurata anche sulle monete battute da Augusto: nel 38 a.C. cioè subito dopo la presa di possesso dell'isola da parte dello stesso Augusto, in ricordo di Marcus Aulus Balbus, suo nome e governatore della Sardegna nel 67 a.C. Il più grande bacino minerario di galena argentifera della Sardegna è situato in prossimità della città di Iglesias, conosciuto in epoca romana con il nome di Metallia, che fu sede di valle per numerosi personaggi eminenti dell'aristocrazia, e per i costanti danni ad metalli.

Dopo la caduta dell'Impero romano d'Occidente, le vicende storiche della Sardegna si alternano da quelle della penisola italiana, dopo un periodo di occupazione araba, sotto il controllo di Bisanzio. Attorno al 700 d.C. a causa delle scorrerie dei saraceni, che rendono molto insalubre il compimento marittimo, la Sardegna, sempre isolata dall'impero bizantino. In questo periodo si afferma una forma di governo per la prima volta autonoma. I feudi si organizzano in quattro feudi: i giudicati di Cagliari, Arborea, Torres e Gallura. Della storia mineraria del periodo giudicale, non esistono documenti, il più sotto gestione che l'attività estrattiva non sia stata del tutto abbandonata. Nel 1131 il giudice Donato di Torres dona la metà dell'Argentina della Nurra alla chiesa presieduta di Santa Maria di Pisa, a testimonianza dei legami politici sempre più stretti tra i feudi e i duchi e il comune toscano.

Le scorrerie saracene risumano una minaccia per la Sardegna fino alla fine del XII secolo. L'isola è portata alla Sardegna contro gli Anzi da parte della Repubblica di Pisa, specie dopo il fallito tentativo di conquista dell'isola nel 1070-71 da parte di Mujib ad Anzi di Denis e come conseguenza un croceverde infuso delle due Repubbliche marittime. Nel 1258 il Giudicato di Cagliari viene conquistato dai Pisani che lo dividono in tre parti. La famiglia dei Donoratico prende il controllo della gestione e i due feudi: Gerardo e Ugolino della Gherardesca fondano Villa Ecclesiae e intraprendono una riforma del settore estrattivo. Da questo periodo si Breve di Villa di Chiesa, un codice di leggi datato 1327 che regolamenta anche la pratica estrattiva.

L'atto di introduzione del Regno di Sardegna, datato il luglio 1297, afferma che il regno appartenerà alla Chiesa e verrà dato in perpetuo al re della Corona di Aragona in cambio di un pagamento di 100.000 fiorini e del pagamento di un censo annuo e fosse parte della Corona fino al 1313. Sotto la dominazione aragonese prima e spagnola poi, l'attività mineraria conobbe una continua decadenza ma riprese in questo periodo le miniere sarde vennero del tutto in loro attività. Durante la dominazione spagnola si diede il fuoco di sbarrare l'ingresso del settore minerario all'assegnazione di concessioni da parte dell'amministrazione statale. Furono assegnate almeno quaranta concessioni per l'ispezione e lo sfruttamento di giacimenti.

Nel 1720 in seguito alla fine della guerra di Successione, la Sardegna, che appartiene al Regno di Sardegna, viene ceduta al Regno di Spagna. Anche sotto il pieno controllo spagnolo, la Sardegna, che appartiene al Regno di Sardegna, viene ceduta al Regno di Spagna. Anche sotto il pieno controllo spagnolo, la Sardegna, che appartiene al Regno di Sardegna, viene ceduta al Regno di Spagna.



59 miniere / 9.171 addetti

18.000 lavoratori impiegati nelle miniere
Il reddito medio per Sardo era di 856 lire a fronte di 3716 lire per un Liguro 1400 per un Lucano e 1166 per un Calabrese

23.725 impiegati nel settore minerario

E' istituito l'Ente minerario sardo

Le miniere vengono cedute all'ENI e successivamente all'SMI

alla fine dell'800 si contano più di 100 società minerarie

Sotto la politica dell'Autarchia viene fondata Carbonbia

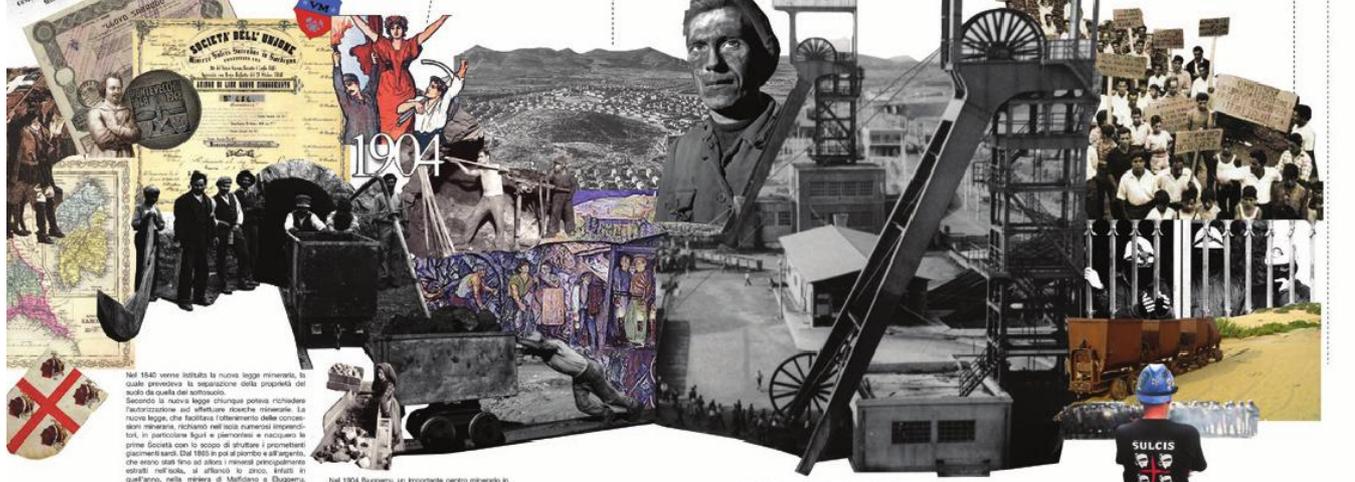
Lo sciopero dei minatori di Buggerru si conclude con un tragico eccidio

Le miniere vengono cedute all'ENI e successivamente all'SMI

Il Parco Geominerario della Sardegna è il primo parco costituito la Global Unesco Network of Geoparks

a Nuraxi Figus, minatori barricati a 400 metri di profondità

13 operai occupano per più di 100 giorni la galleria Villa Mannia di Montepò



1904

Nel 1940 venne istituita la nuova legge mineraria, la quale prevedeva la separazione della proprietà del suolo da quella del sottosuolo. Secondo la nuova legge chiunque potesse richiedere l'autorizzazione ad effettuare ricerche minerarie. La nuova legge, che facilitava l'ottenimento delle concessioni minerarie, richiamò nel solo numero di imprenditori, in particolare figuri e piemontesi e ricorse le prime società con lo scopo di sfruttare i promettenti giacimenti sardi. Dal 1903 in poi si portò in all'argento, che erano stati fino ad allora i minerali più ricercati. In quell'anno, nella miniera di Maddalena e Buggerru, furono rinvenute le "callaminite". A dispetto della rinnovata importanza dell'industria mineraria, una profonda condizione di miseria imperava nel territorio sardo e in particolare tra i minatori.

Quintino Sella, deputato del neo Stato italiano, ingegnere minerario, venne incaricato di condurre un'inchiesta parlamentare il risultato fu una relazione sulle condizioni dell'industria mineraria in Sardegna, pubblicata nel 1871, che costituisce un documento di straordinaria importanza per la conoscenza dell'argomento.

Dalla sua relazione emergeva la crescente importanza dell'industria mineraria sarda nell'ambito dell'economia italiana. Nel 1869-68, nelle miniere sardi, erano impiegate 171 società, e le Società minerarie per argenteo e il rame del minerale ai punti di imbarco, avevano coperto circa 30 chilometri di ferrovie e 181 chilometri di strade. L'indagine del Sella non mancò di denunciar la disgregazione economica tra i minatori sardi e quelli di origine continentale.

Nel 1904 Buggerru, un importante centro minerario in cui era concentrata la fucina Società dei miniere di Maddalena di Parigi, diventò teatro del primo sciopero dei minatori sardi sotto la Federazione dei Minatori. La protesta venne aspramente repressa e i minatori uccisi come l'Eccidio di Buggerru. Dodici giorni dopo, il 16 Settembre 1904, venne organizzato il primo sciopero generale in Italia.

Nel 1914 si stima che i lavoratori impiegati nel settore minerario fossero 18.000 e passarono a 23.725 con l'arrivo del conflitto, durante il quale la produzione mineraria diminuì drasticamente.

Tra il 1928 e il 1937 viene portata in porto la politica di autarchia e produttiva Carbonbia venne costituita in modo di un anno. La città del carbone era una company town, "la miniera, in essa, la grande piazza centrale fucina di Carbonbia un modello urbano che indica una filiazione, decisamente autoritaria se un mezzo amministrativo tipico delle città industriali di nuova fondazione realizzate dal regime, venivano disposti di tasca".

La data del 1955 indica la ripresa dell'attività estrattiva dopo la seconda guerra mondiale, in particolare per il settore del carbone, ripresa alimentata da una spinta legata alla ricostruzione. Per le miniere dei metalliferi, gli anni '30 furono caratterizzati da numerose contestazioni operaie fino alla metà degli anni '50 le miniere furono, tra alti e bassi, un settore trainante dell'economia sarda.

A partire dagli anni '60 l'industria estrattiva sarda ha subito profonde trasformazioni, passando dalla produzione tradizionale di minerali metalliferi (ferro, zinco) alla situazione attuale in cui prevalgono i minerali industriali e le rocce ornamentali.

Nel 1968 vennero introdotti ingenti fondi pubblici nella gestione delle miniere e venne costituito l'Ente Minerario Sardo. Nonostante la partecipazione pubblica, che determinò una forte meccanizzazione, le miniere entrarono in crisi. Anche la miniera di carbone, dopo il periodo favorevole autarchico, entrò in crisi.

Il declino delle miniere iniziò a strutturarsi agli alti costi di produzione che rendeva il minerale sardo poco competitivo sul mercato, alla diminuzione del valore dei metalli e infine al fatto che i filoni di maggior valore, quelli con il minerale più pregiato erano ormai esauriti.

Nel primi anni '90 le miniere passarono all'ENI che riconsiderò i clienti. In seguito la gestione delle miniere metalliche ancora aperte passò alla S.M.I. (controllata dalla Regione Sarda), la produzione continuò fino al 1995, anno in cui chiuse definitivamente anche l'ultima miniera e i pochi estrattori rimasti furono impegnati nelle opere di messa in sicurezza dei cantieri minerari. Attualmente solo poche miniere sono aperte e solo una in produzione.

Il 30 luglio 1998 FUNISOD ha approvato la proposta della Regione Sardegna per la creazione di un parco Geominerario.

La Carta di Cagliari contiene i principi fondamentali per la salvaguardia ed il recupero del patrimonio tecnico-scientifico, storico-culturale e paesaggistico-ambientale rappresentato dalle risorse geologiche e minerarie della Sardegna.

specimens del trattato dell'Ala dei cacciatori del ducato di Savoia di Re di Sardegna. Non riprodotto di attività minerarie. Esercizio dell'attività mineraria. Esplorazione di concessione e di ricerca e la coltivazione territorio italiano. Attività in Sardegna 59 miniere, piombo, ferro, rame e

GEOGRAFIA e GEOLOGIA

GEOGRAFIA DELLA SARDEGNA

L'isola appartiene ad una dorsale situata al centro del Mediterraneo Occidentale, che si estende per circa 400 km e forma il massiccio granitico Sar-do-Corso. Le parti emerse corrispondono alle due isole di Corsica e Sardegna, separate dalle Bocche di Bonifacio, un canale marino profondo non più di 100 m.

Le due isole, che rimasero unite per lunghissimi periodi, sia tra loro, sia con il continente europeo, presentano una medesima base granitica pur essendosi evolute in maniera differente. La Corsica con massicci montuosi alti fino a 2710 m nel monte Cinto, la Sardegna con superfici molto più erose che raggiungono l'altezza massima di 1834 m nel massiccio del Gennargentu, a Punta la Marmora.

GEOLOGIA SULCIS -IGLESIENTE

La natura geologica dei monti del Sulcis è alquanto complessa a causa della sua antichissima origine che, per le prime formazioni, è datata ad oltre 600 milioni di anni fa (Cambriano). Il susseguirsi di fondamentali eventi di tettonica, intrusione magmatica, orogenesi ed erosione, ha reso questa formazione alquanto complessa ed eterogenea anche all'interno di brevi distanze. La morfologia, a testimonianza dell'antica origine, è caratterizzata dalle modeste altezze dei rilievi, che oscillano fra i 600 e i 900 metri. Solo alcune vette superano di poco i 1000 metri e rappresentano ciò che resta dell'erosione superficiale che ha risparmiato, almeno in parte, le intrusioni magmatiche e le metamorfite originatesi prima dell'orogenesi ercinica.

La morfologia del versante occidentale è relativamente addolcita dai processi erosivi e alluvionali, con rilievi di modesta altitudine. La parte più interna

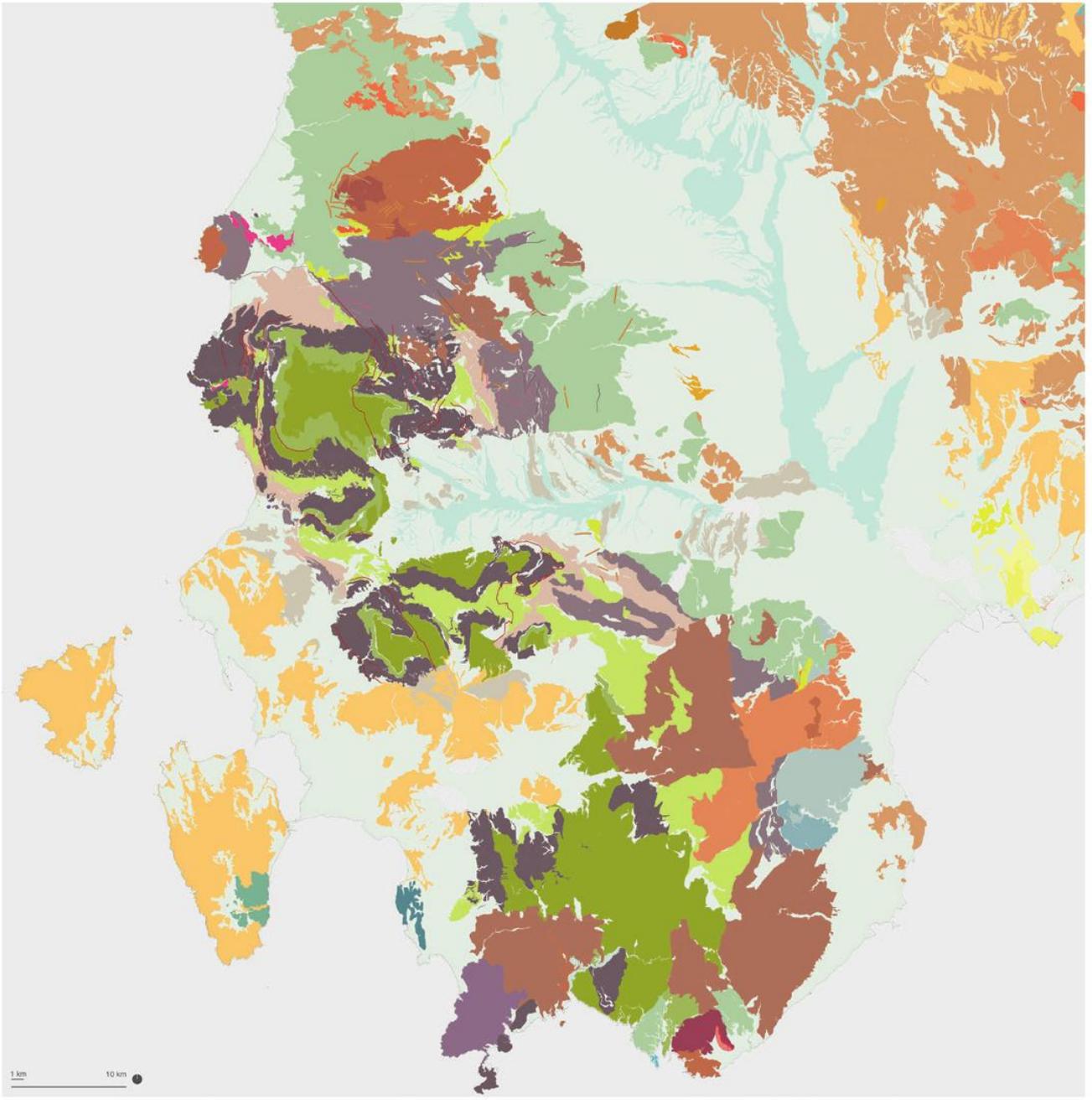
e il versante orientale è più aspra e irregolare, con numerosi rilievi e valloni stretti.

Le formazioni più antiche risalgono al Cambriano e affiorano nel versante occidentale e sudoccidentale. Si tratta di depositi sedimentari di origine marina risultati da una ripetuta successione di affioramenti e inondazioni, che in seguito ha subito processi di metamorfismo. Sono qui presenti anche le più antiche formazioni carbonatiche dell'isola e fenomeni di carsismo (Grotte di Is Zuddas).

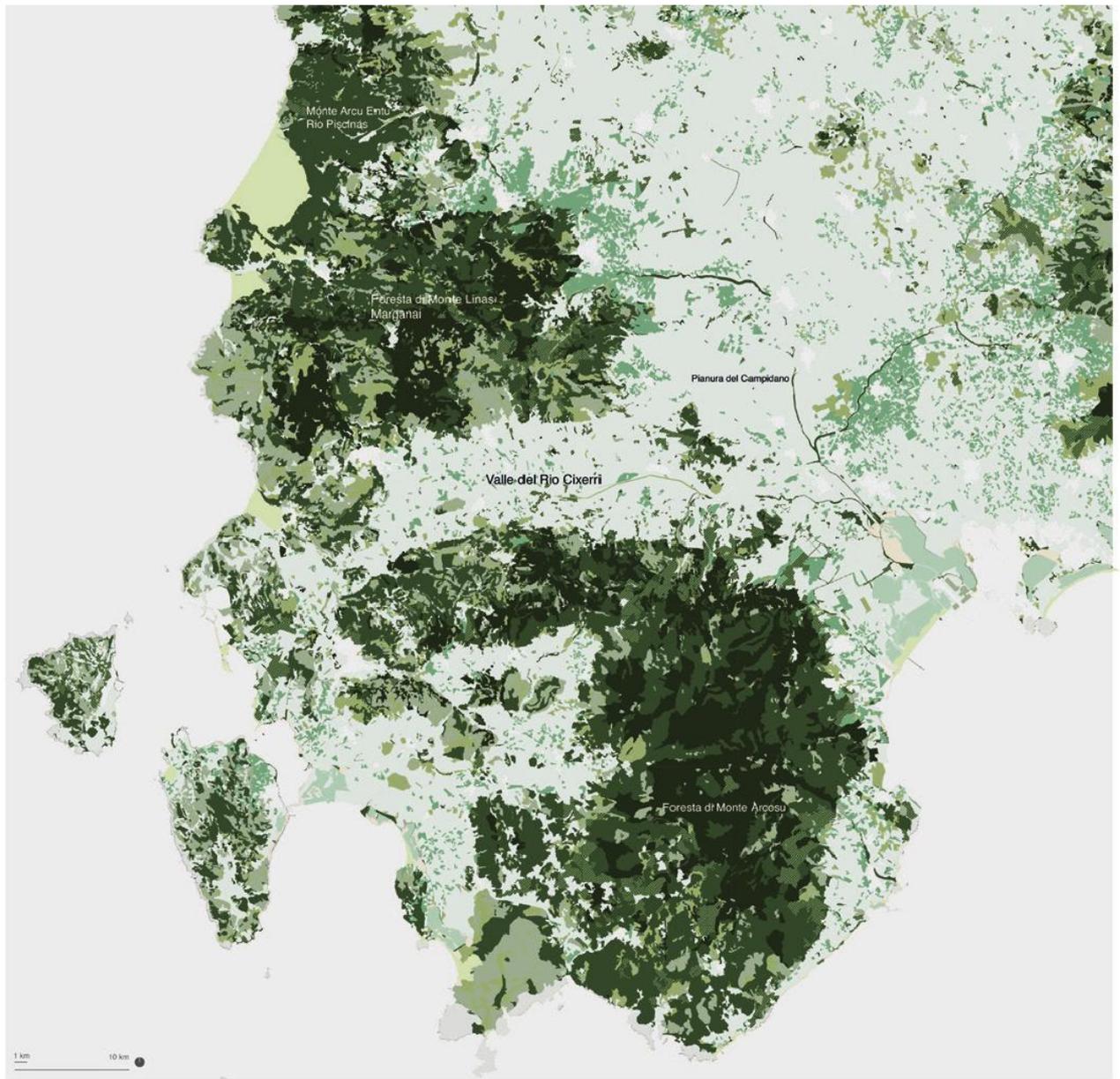
Gran parte delle formazioni sedimentarie originatesi dal Carbonifero al Permiano sono state interessate da processi di metamorfismo causati dall'orogenesi ercinica e dalla intrusione di magmi granitici. Gli eventi successivi, rappresentati dall'erosione post-ercinica e dai sollevamenti tettonici del Cenozoico, hanno causato l'affioramento di intrusioni magmatiche (leucograniti) e metamorfiche (scisti) che hanno reso eterogenea e irregolare la morfologia del settore orientale.

Le formazioni pianeggianti pedemontane hanno una duplice origine: sul versante occidentale insistono quelle più antiche, risalenti al Cenozoico, originate da depositi alluvionali e, in parte, dal deposito di lave. Sul versante orientale e sudorientale si hanno invece coni di deiezione di minore estensione originati da sedimenti alluvionali del Quaternario.*

* http://it.wikipedia.org/wiki/Monti_del_Sulcis







CICATRICI

I segni lasciati dall'attività estrattiva, che per millenni è stata alla base dell'economia e del lavoro dell'uomo in questo territorio, devono essere sanati, senza però obliettere la memoria delle fatiche umane e delle violenze alla natura che hanno costruito questo paesaggio.

**[...] esiste una terza via di lettura compatibile con estetica e struttura del paesaggio che pone la ricerca sul territorio come mezzo per recuperare il senso complesso della figurabilità dell'ambiente attraverso l'analisi delle modificazioni introdotte[...]*

***[...]Void and waste land prevailing qualities are of recent time, containing uncomfortable memories of ultimately flawed dreams and visions. Vast derelict industrial landscape resonate with message of failure. That such huge landscapes, the vision of merely fifty years ago[...]*

****[...] La bonifica dei siti contaminati non dovrebbe essere concepita come semplice "parco o veleno" ma più realisticamente come "parco e veleno" ..tale equazione crea un luogo. La vecchia sostanza industriale è la base del parco.*

*****[...]introduciamo la componente industriale nel paesaggio... Partendo dall'offesa che essa reca a paesaggi che l'uomo costruiva...*

Cio dipende in primo luogo dalla potenza sconvolgente dei suoi interventi, dalla capacità di distruggere da un giorno all'altro l'ordine di interi territori.

Come effetto immediato delle devastazioni industriali vi è stata però la scoperta del paesaggio, la consapevolezza delle perdite dolorose a cui il mondo andava incontro.

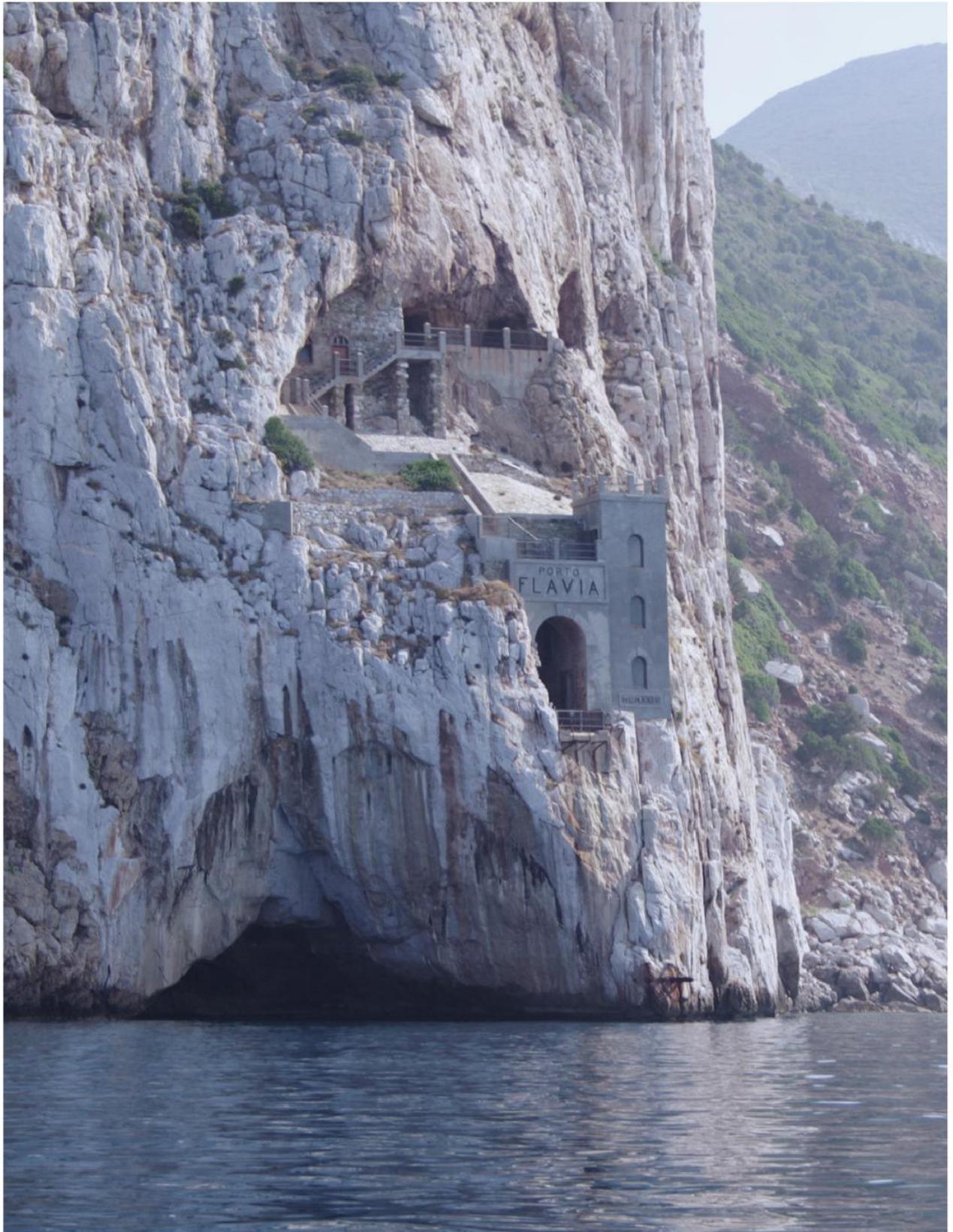
E il paesaggio diventa luogo di incontro delle sofferenze esistenziali e anche della riscoperta della natura, il cui grande spettacolo ripaga dalle dure, difficili condizioni a cui l'ambiente industriale costringe gli individui.

*E. Battisti e S. Crotti, "Note sulla lettura del paesaggio antropogeografico", in *Edilizia moderna* fasc. 87-88, marzo 1966

** H. Armstrong, *Time, Dereliction and Beauty*, IFLA Conference Papers May 2006

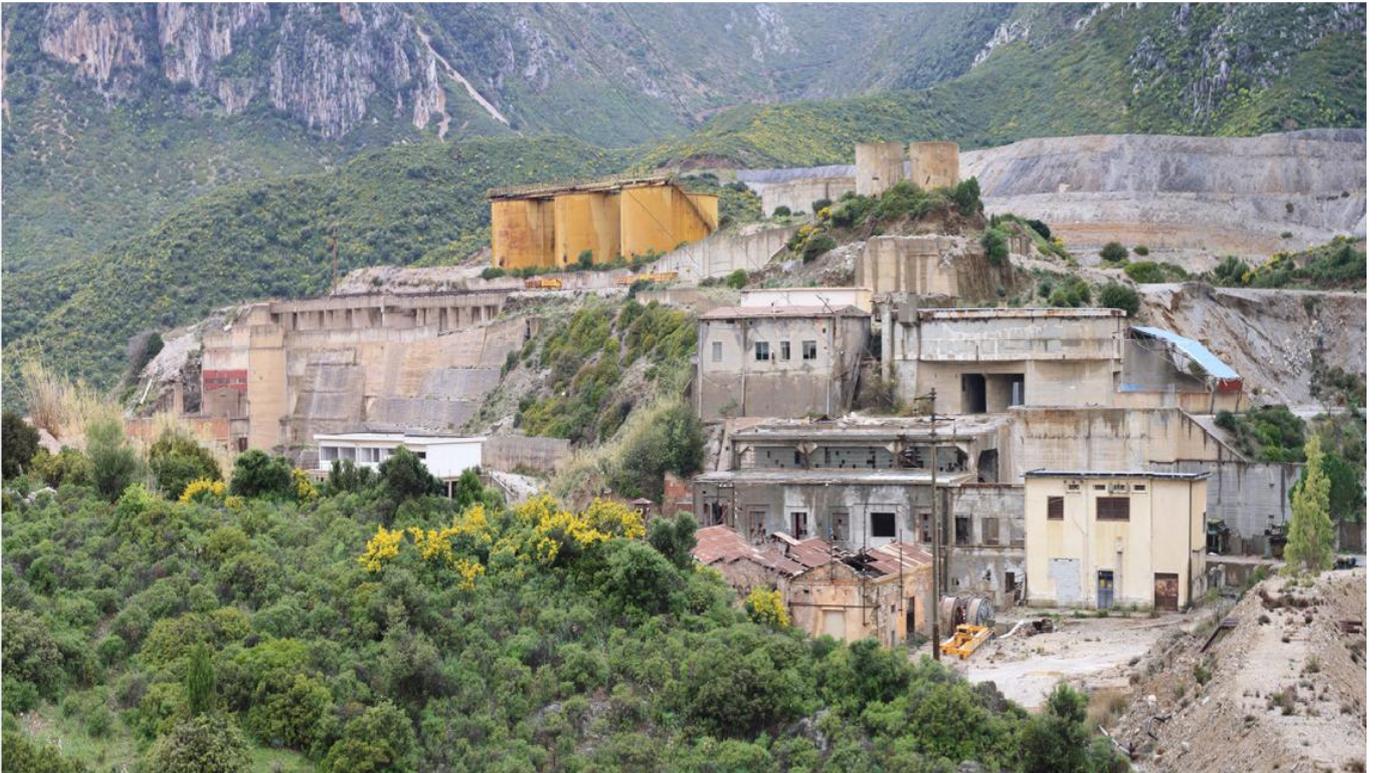
*** P. Latz in *Manufactured Sites. Rethinking the Post-Industrial Landscape*, Niall Kirkwood, Taylor & Francis, 2001

****E.Turri, *Il paesaggio come teatro: dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, 2006

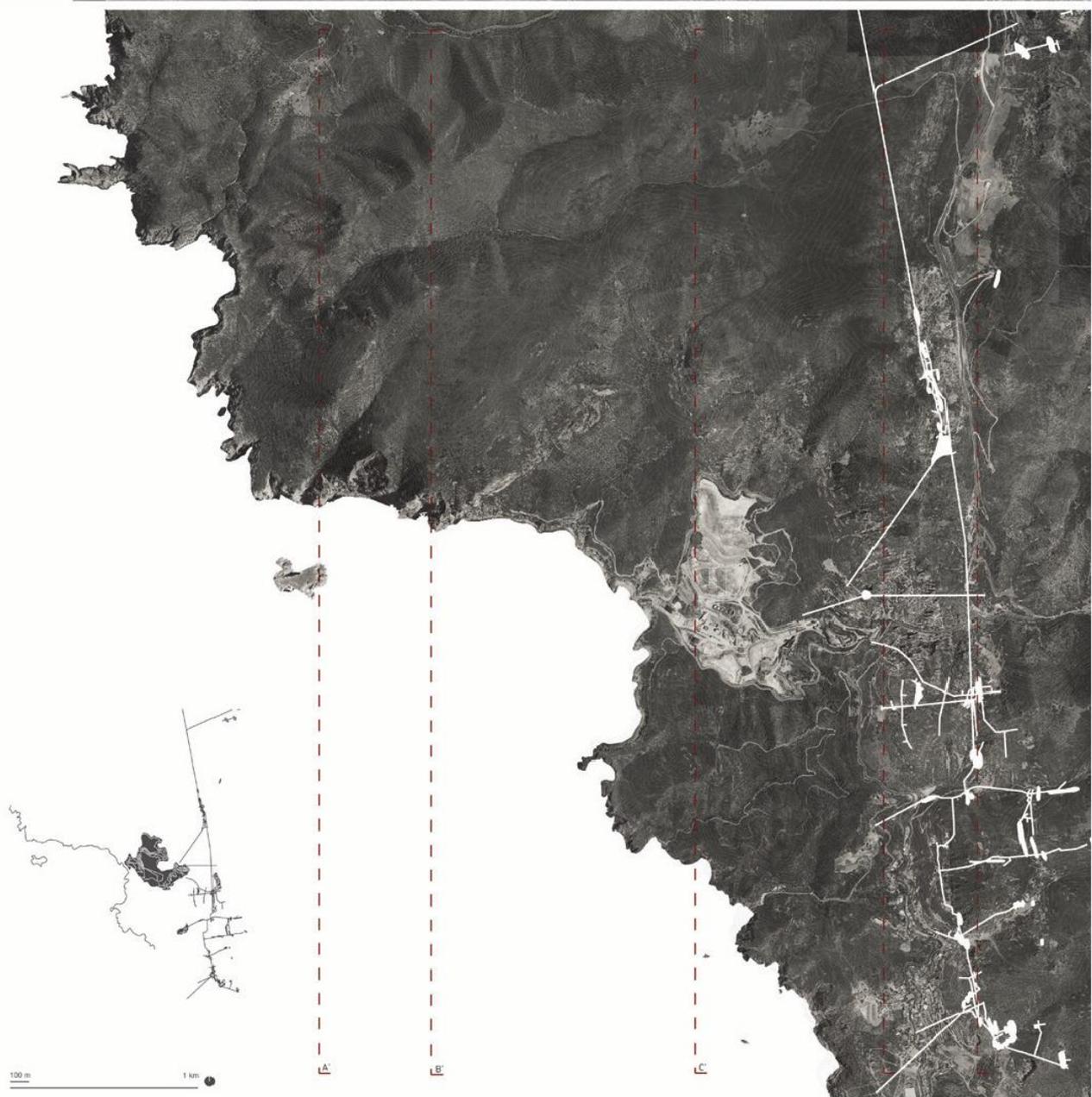


MASUA

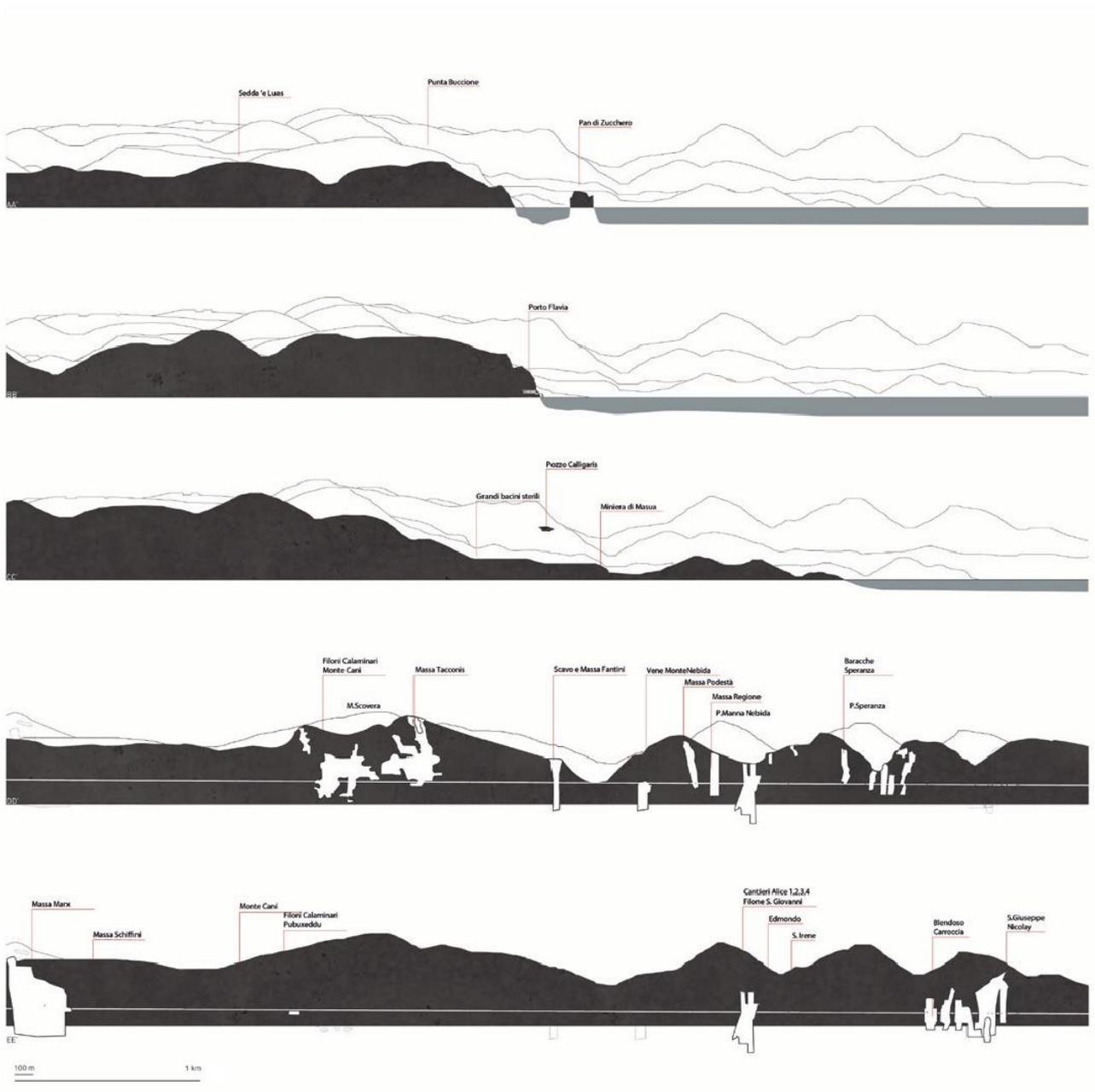
Per la favorevole posizione geografica, per la presenza della grande miniera, del centro di trattamento minerallurgico, e del villaggio in contiguità con altri punti nodali del complesso minerario, può essere considerato il sistema più significativo dell'affaccio a mare del bacino metallifero dell'Iglesiente.







**Analisi territoriale in scala 1:10.000 della porzione di territorio
compresa tra le miniere di Acquaresi e la laveria La Marmora.
Relazione tra orografia, vuoti minerari e carreggio Ornella**



Sezioni territoriali in scala 1:10.000. In bianco i vuoti di coltivazione.

EVOLUZIONE CRONOLOGICA DELLA MINIERA DI MASUA

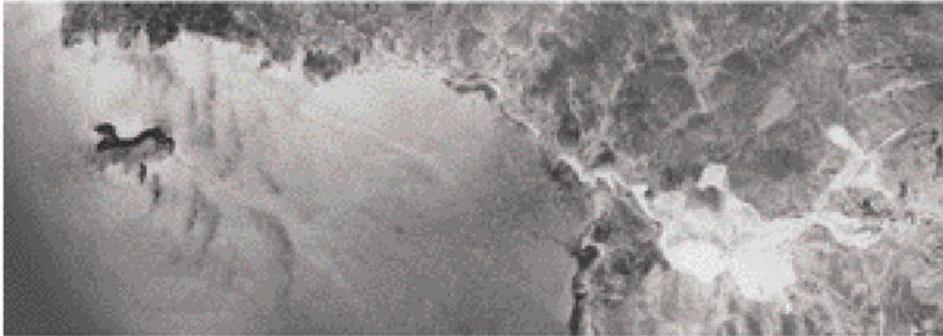


foto aerea 1958

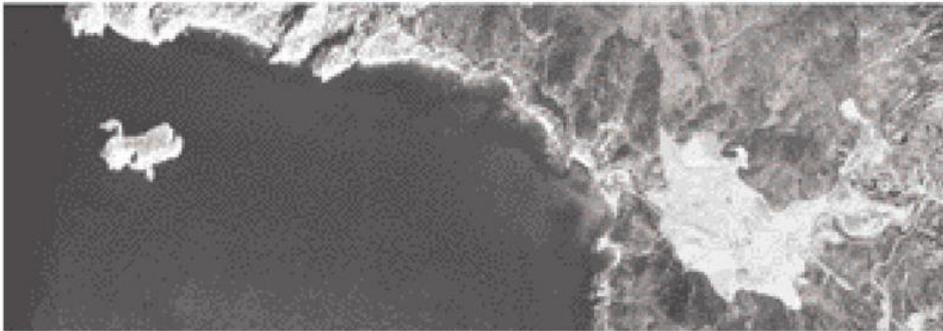


foto aerea 1968

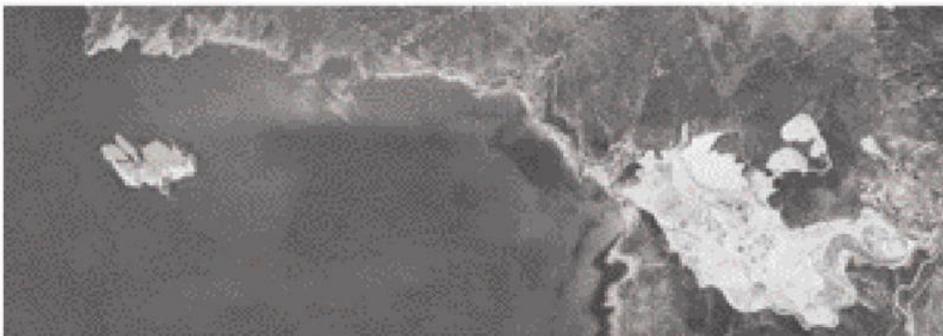
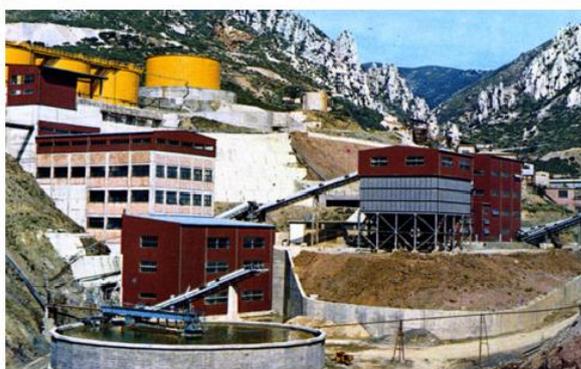


foto aerea 1977



foto aerea 2012

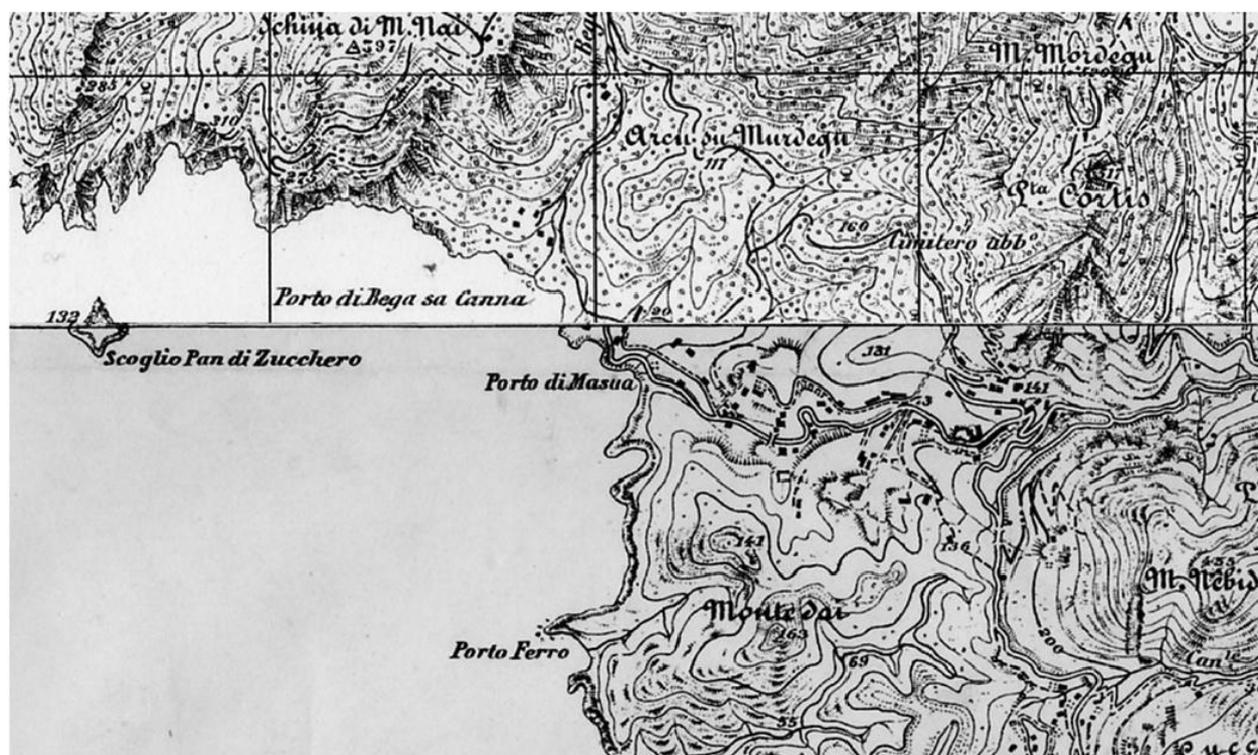
- 1250 Ugolino della Gherardesca il Conte e Ighias
- 1327 Il Breviario di Villa Ecclesia, attuale Ighias, rappresenta il primo testo di regolamentazione dell'estrazione mineraria in Sardegna
- 1813 Don Carlo Negretti è il primo a aprire le ricerche minerarie nell'area di Masua dal medioevo
- 1859 La Società Anonima delle Miniere di Montecani strutta una concessione mineraria nella zona di Masua per 398 Ha.
- 1862 Costruzione di una piccola Fonderia
- 1884 Vengono raggiunte le masse minerarie di Montecani la miniera impiega oltre 700 addetti
- 1910 Passaggio alla Società Anonima delle Miniere di Lanusei
- 1915-18 Prima Guerra Mondiale riduzione del lavoro la miniera impiega 100 addetti
- 1922 La Società Belge Villo Montagne acquista la miniera di Masua e di Montecani viene completata la galleria elettrificata Lanusei che unisce le miniere
- 1924 L'ingegnere Cesare Vercelli realizza Porto Flavia
- 1930-35 La Villo Montagne cede la miniera di Masua alla Società per Azioni Riforma e Zinco. Fermo delle attività a causa del conflitto mondiale
- 1952 esaurimento dei giacimenti di Masua
- 195-55 Inizio di un nuovo ciclo di produzione basato sulla lavorazione dei minerali cosomone di un impianto di flottazione che tratta 300ton/di
- 1963 Passaggio alla AMM Sardegna del gruppo EGAM italianae coltivazione dei minerali ossidati e dei solfuri provenienti da Acquafredda
- 1970 Iniziano gli scavi per la galleria di carteggio Ornelia lunga 12 Km che collegherà Acquafredda, Masua, Felicia e Scattas per un passaggio di 500.000 ton/anno
- 1991 La lavorazione viene spostata a Campo Pisano
- 1998 Riconoscimento ufficiale del Parco Geominerario, Storico ed Ambientale della Sardegna
- 1999 Chiusura definitiva della miniera di Masua
- 2001 Diretto Istituto del Parco Geominerario Storico Ambientale della Sardegna
- 2006 Viene approvato il Piano Paesaggistico Regionale che identifica 27 ambiti paesaggistici costali
- Bando di Gara Luxi per la cessione, riqualificazione e trasformazione di ambiti di particolare interesse paesaggistico del Parco Geominerario della Sardegna. Gara diserta.
- 2008 L'UNEA elabora il Piano di bonifica delle aree minerarie dismesse del Sud Sardegna-Ospresse
- 2013 Le gravi condizioni di crisi finanziaria determinano la chiusura al pubblico dei siti minerari del parco Geominerario. La miniera di Masua è scenario di saccheggio del patrimonio di archeologia industriale.
- 2014 Viene approvata e finanziata la Call for proposal che prevede la realizzazione di progetti di riattivazione produttiva e di tutela ambientale e paesaggistica



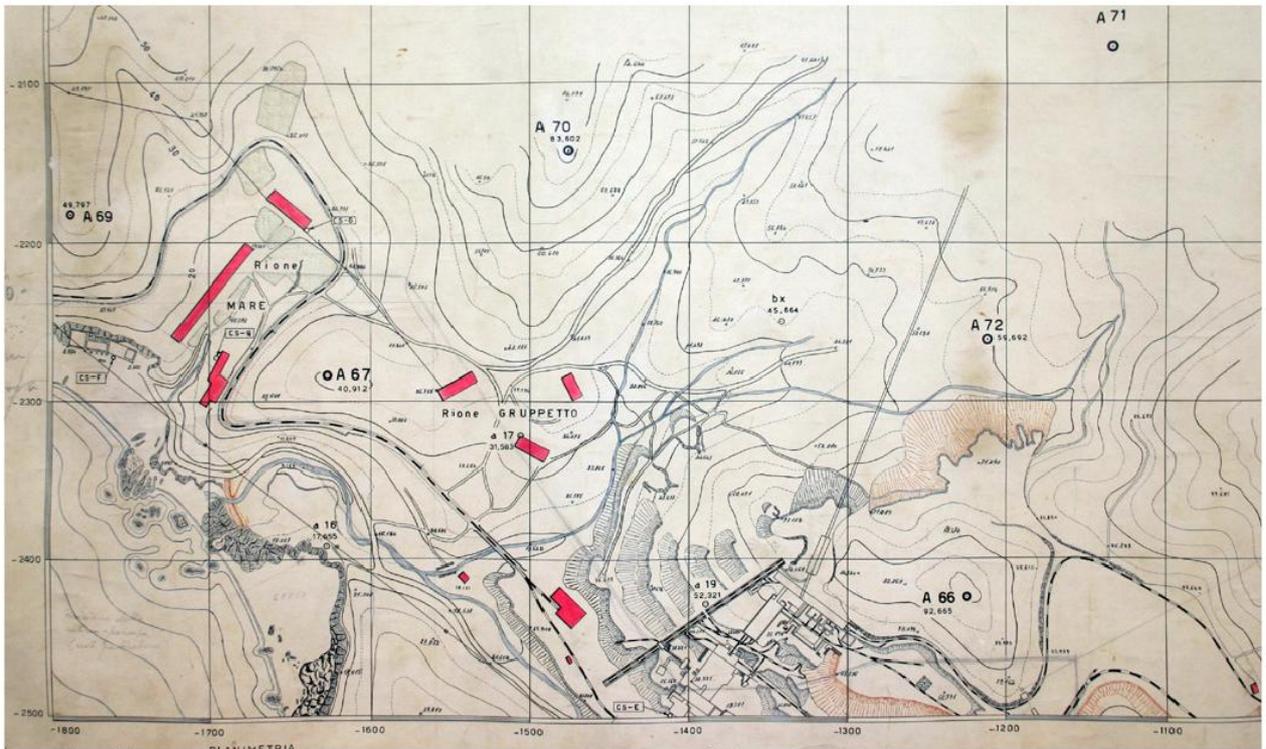
1, 2 cernitrici a lavoro in una laveria
3 minatore spinge una carrello pieno di minerale quando il salario era retribuito a cottimo
4 dai silos di Porto Flavia, attraverso un nastro il minerale veniva caricato prima su bilancelle e piroscafi
5 foto dell'impianto di trattamento di lavorazione dei minerali Ossidati e dei Solfuri appena realizzato,
sullo sfondo guglie di Calcarea cerioide chiudono la valle di Masua
6 operai al lavoro nel reparto di flottazione

CARTE STORICHE

Raccolta delle cartografie storiche riguardanti la miniera di Masua e i cantieri circostanti



Prima rappresentazione di Masua in due fogli dell' IGM di fine '800.



Planimetria dell'area di Masua prima della realizzazione dell'impianto di trattamento e dei bacini di sterili da flottazione.
Si nota ancora il reticolo idrico formato dal Rio Matoppa e dal Canale de sa Teleferica che attraversano l'area Mineraria.
In linea tratteggiata i binari che trasportavano il materiale dalle miniere a Porto Flavia dopo essere stati selezionati nella laveria.
In colore arancione sono rappresentati gli abbancamenti degli sterili. 1933
In alto: stemma della società mineraria belga Ville Montaigne, veduta di Masua agli inizi del '900, si nota ancora la chiesetta che sorgeva accanto al cimitero, dove attualmente si trovano i due grandi bacini sterili.

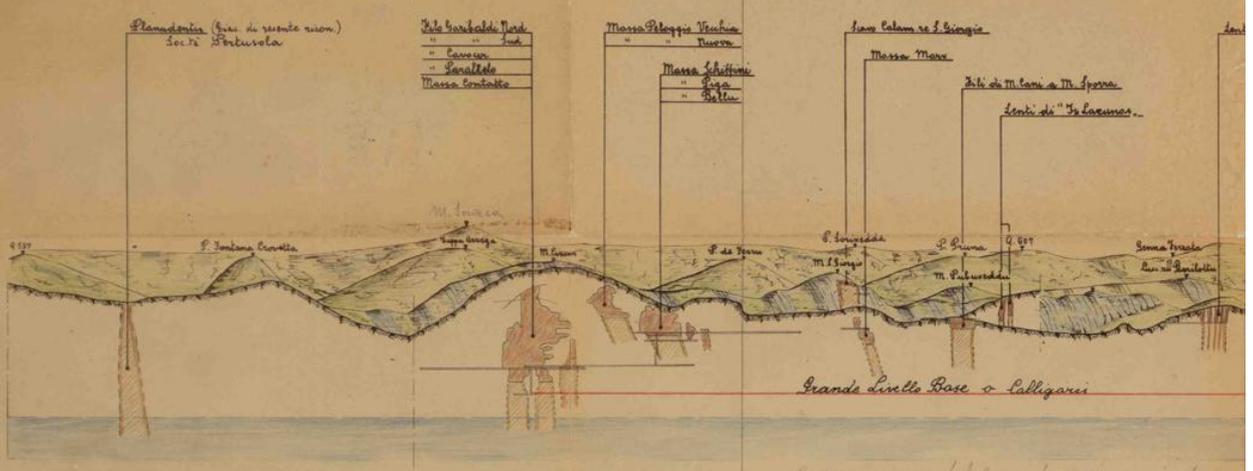


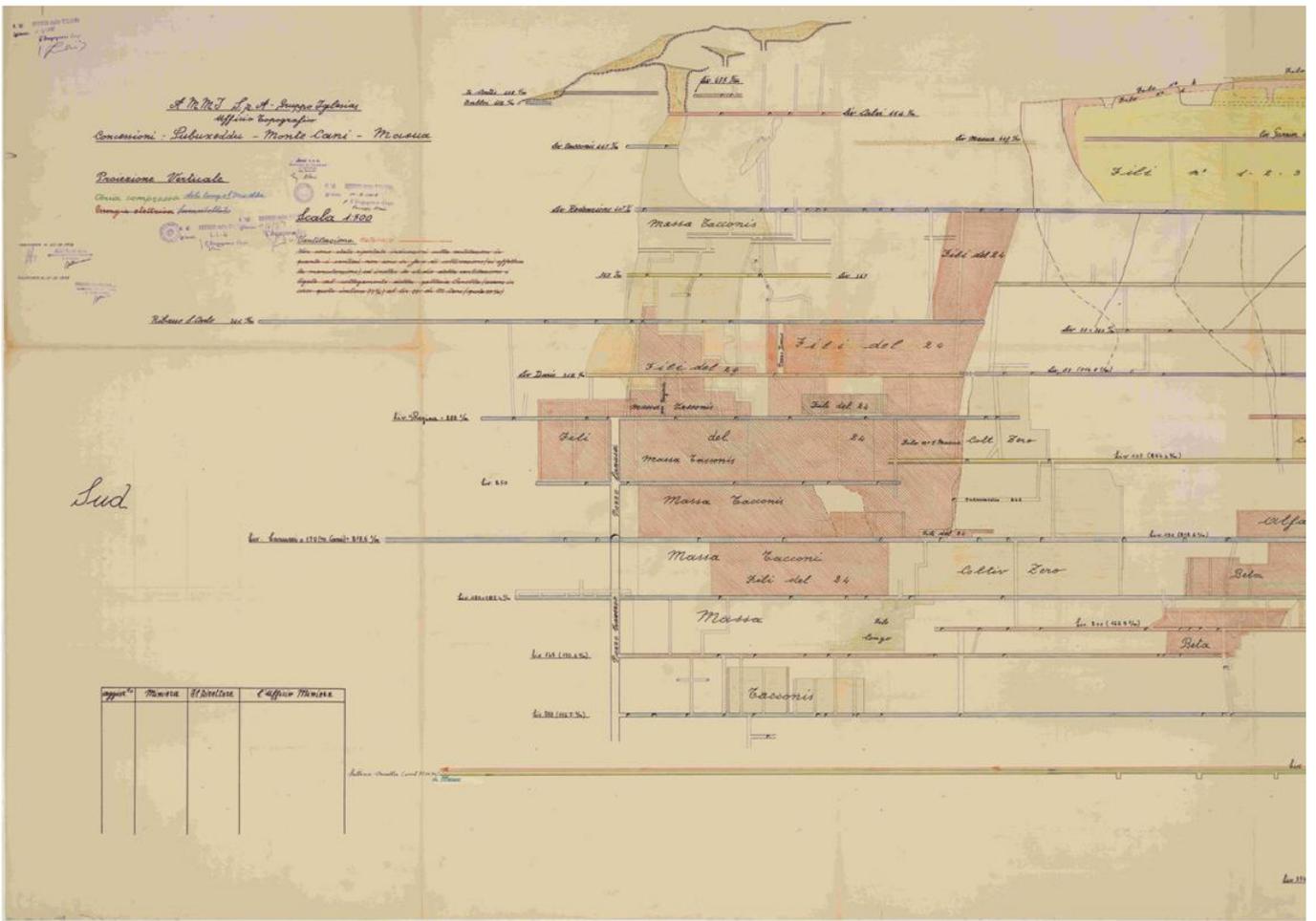
carta 1:10.000 della Galleria Ornella,
 Gruppo Miniere di Iglesias, Ammi S.p.A Industria Mineraria Chimica e Metallurgica, 1968

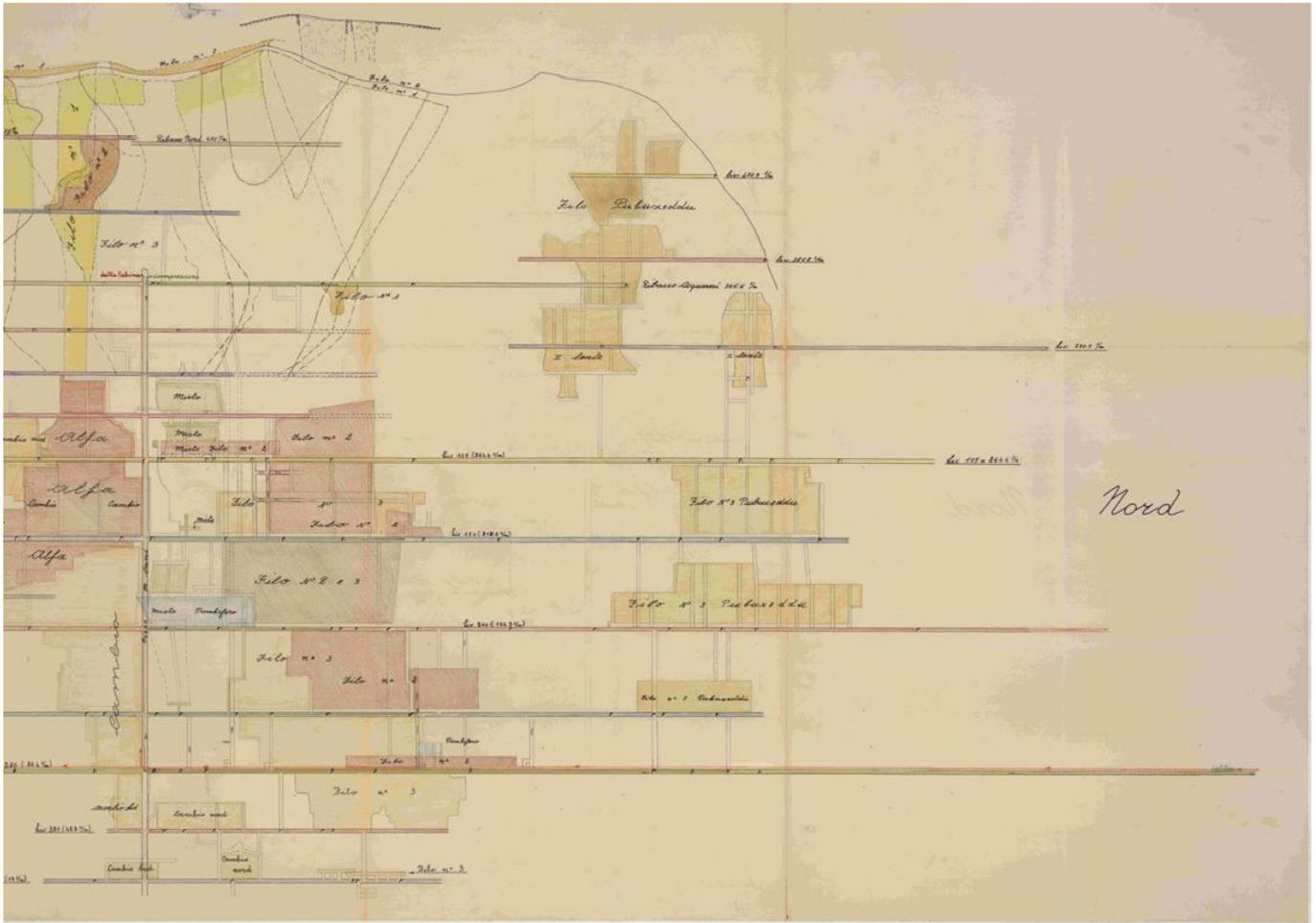
A.M.M.I. - Gr
 MINIERE DEL C

Progetto del grande "LIVELLO BASE" o "CALLIGARIS"

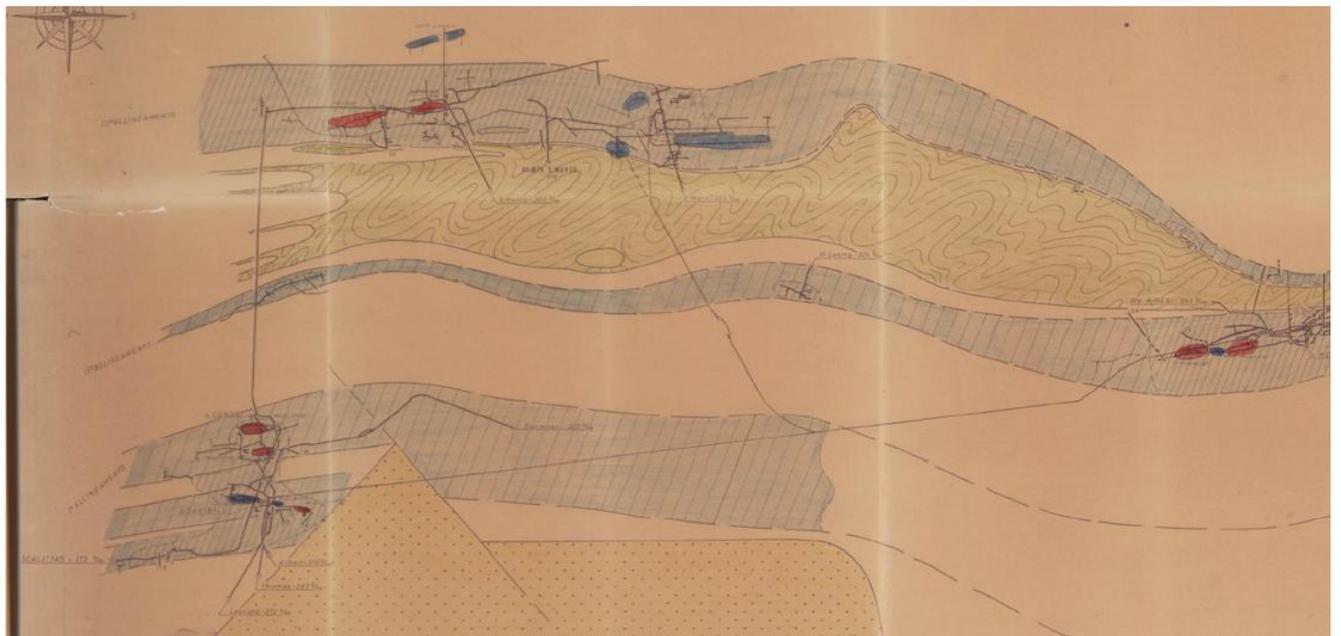
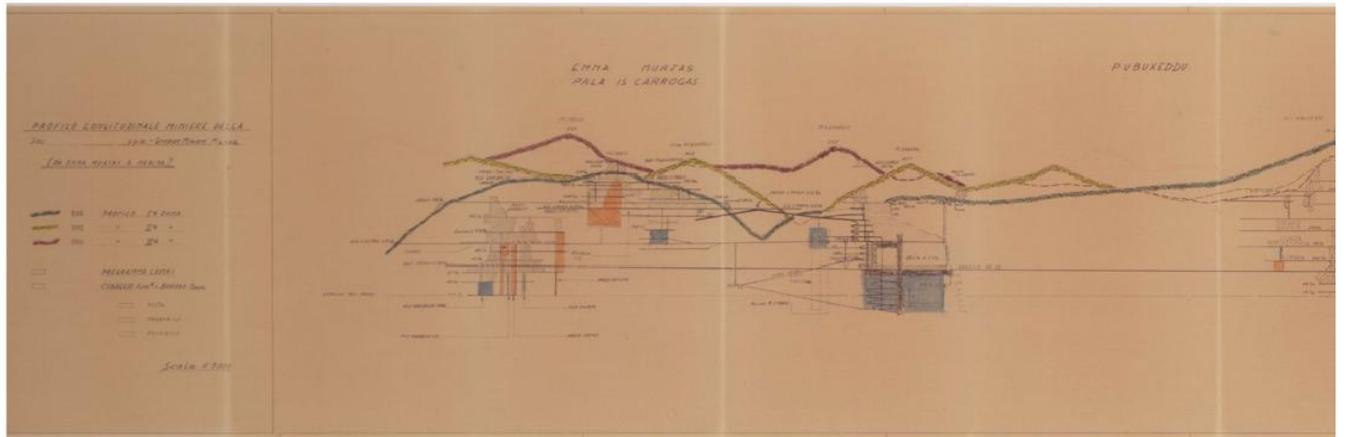
SCALA



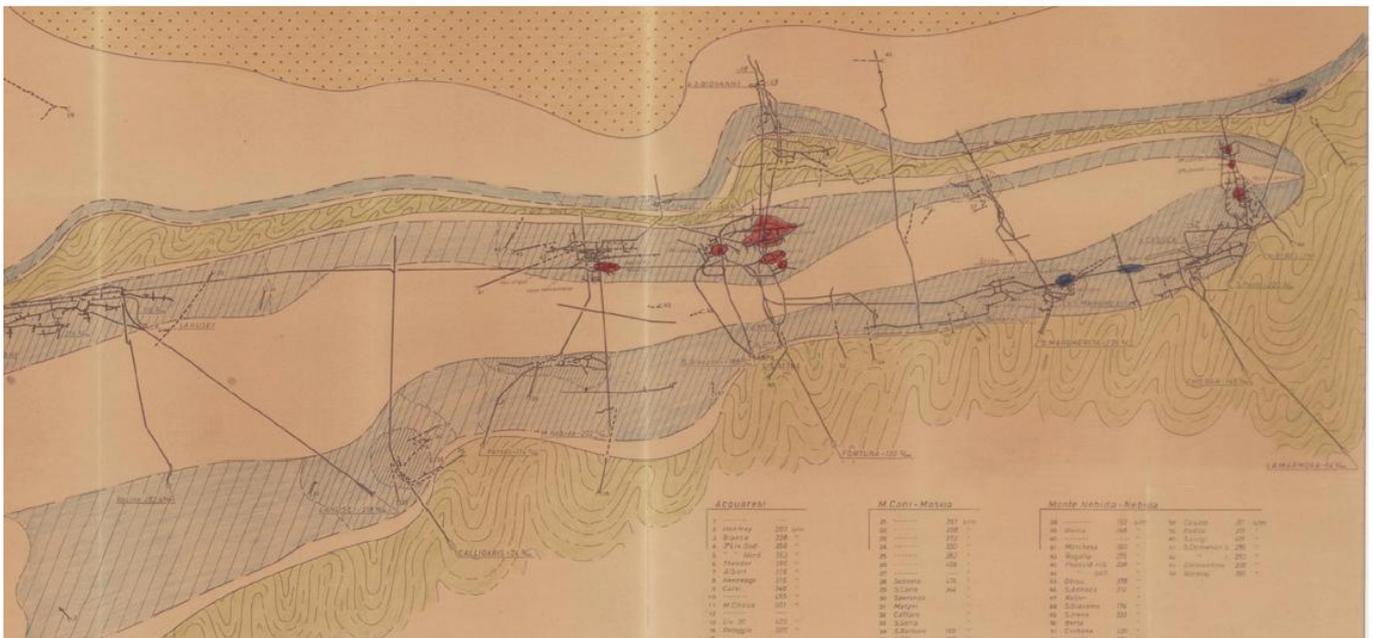
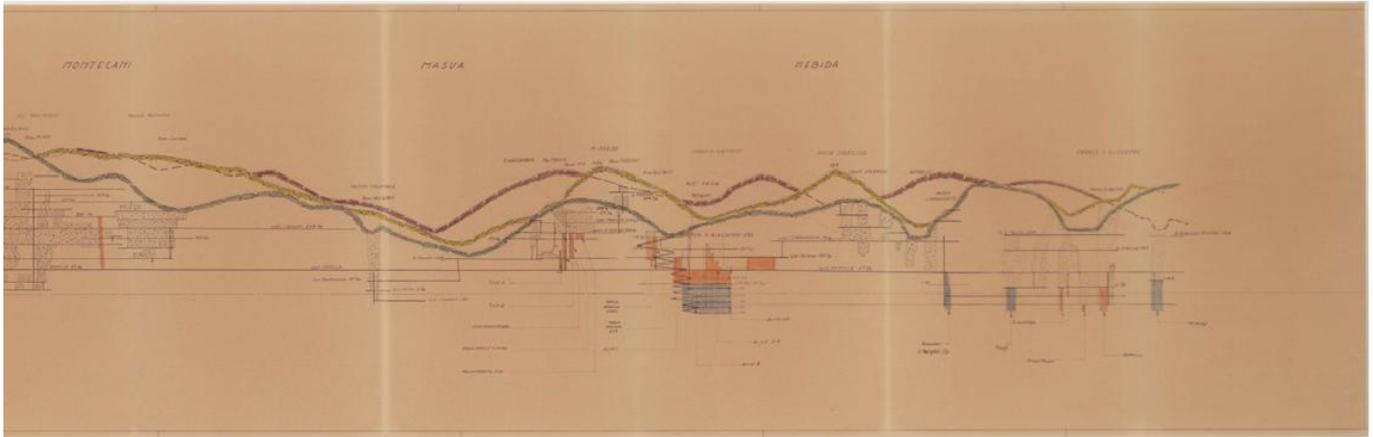




in basso: carta 1:5.000 Profilo longitudinale Miniere della Soc.(non citata) Gruppo Miniere Masua



in basso: carta 1:5.000 Profilo longitudinale Miniere della Soc.(non citata) Gruppo Miniere Masua



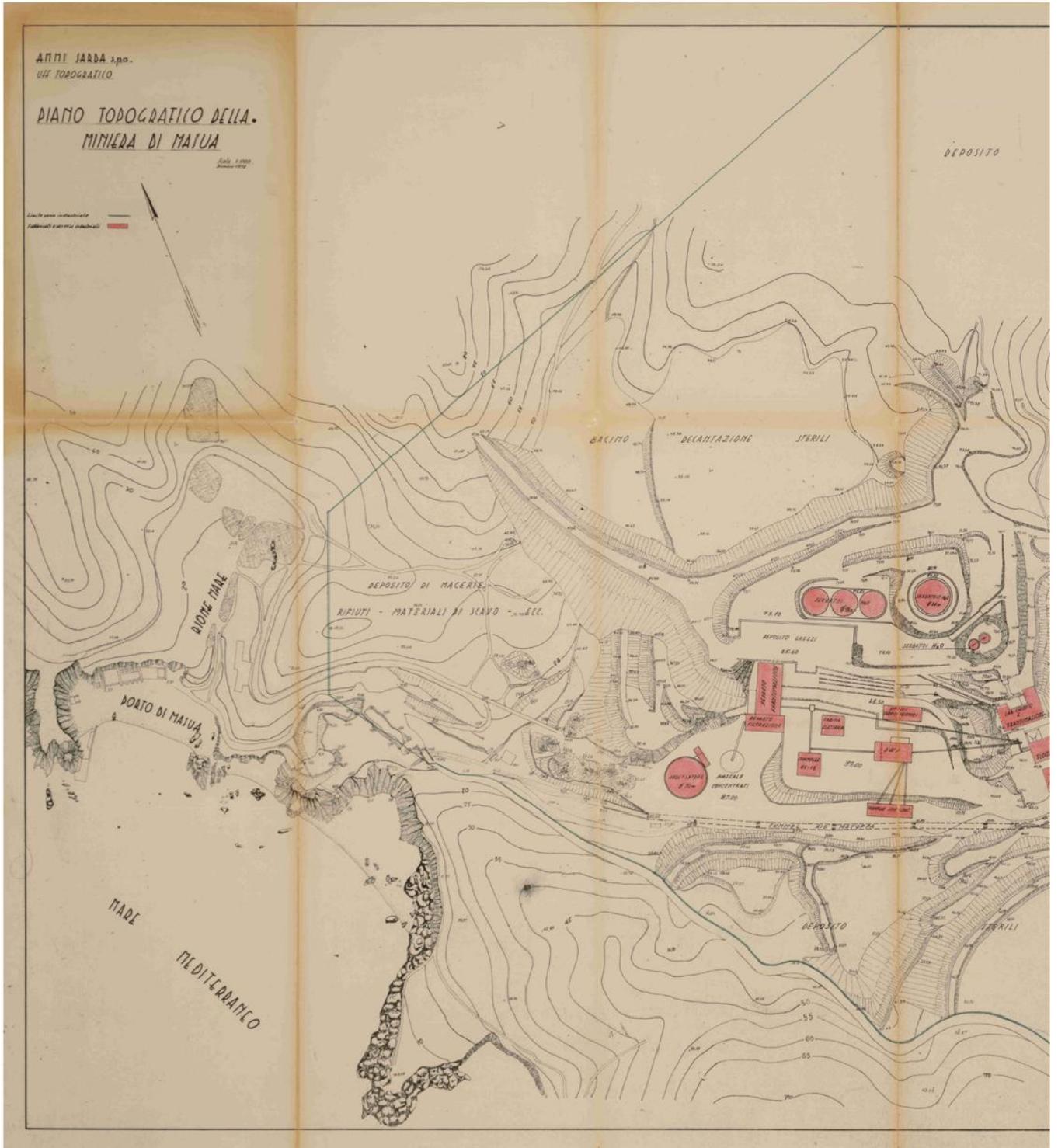
in basso: carta rappresentante gli imbocchi alle gallerie e ai pozzi e le rispettive quote per le miniere di Acqueresi, M. Cani- Masua, M. Nebida- Nebida

APII JARDA s.p.a.
UFF. TOPOGRAFICO

PIANO TOPOGRAFICO DELLA
MINIERA DI MATUA

Scala 1:2000
Luglio 1959

Linee nere individuali
Fabbriicati e servizi industriali



L'IMPIANTO





L'impianto di trattamento di Masua

In tempi recenti, nelle concessioni di Acquaresi e Nebida, fu applicata la coltivazione per sub-level stoping con perforazione a ventaglio. Il materiale ricavato veniva frantumato in sotterraneo per mezzo di un frantoio, caricato su rotaie e, attraverso la galleria di carreggio Ornella (costruita negli anni '60 per il trasporto del grezzo dalle concessioni all'impianto di trattamento di Masua), giungeva al suddetto impianto.

Negli impianti di Masua venivano quindi trattati i minerali dei giacimenti a Solfuri di zinco e piombo (Blenda e Galena) e i giacimenti a Ossidati di zinco e piombo (Smithsonite e Cerussite) provenienti dalle concessioni di Masua, Monte Cani, Acquaresi, Pubuxeddu e Nebida.

Il trattamento dei minerali variava a seconda della loro natura. Gli Ossidati venivano trattati nelle seguenti maniere: fino al 1943 per arricchimento per calcinazione e arricchimento per gravimetria.

Successivamente dal 1952 si iniziò a trattare per flottazione, sink-float e sink-float+waelz e dal 1978 al 1980 con trattamento sperimentale di recupero dei fini attraverso centrifuga Humboldt.

Nel 1981 la produzione di zinco e piombo dai minerali Ossidati venne temporaneamente sospesa per poi cessare definitivamente nel 1982 a causa del basso rendimento in relazione ai costi di lavorazione.

Il trattamento per sink-float è un processo di arricchimento gravimetrico (diversa velocità di sedimentazione dei componenti del materiale scavato).

In testa all'impianto sink-float era presente un impianto di frantumazione che ripartiva il materiale in classe di fini e granulati; i fini, che costituivano circa il 30% del grezzo, venivano addensati e filtrati. Dopo la filtrazione, i fini venivano inviati direttamente al trattamento Waelz a Portovesme dove si realizzava l'estrazione del piombo e dello zinco per volatilizzazione. I granulati, che costituivano circa il 70% del grezzo, venivano invece inviati all'impianto di preconcentrazione (a Masua) costituito da 2 sezioni sink-float Dyna Whirpool (DWP) in parallelo, ove il processo di arricchimento avveniva per separazione del sink (concentrato) e del float (sterile) attraverso un processo di centrifugazione. Il sink veniva poi inviato assieme ai fini a Portovesme.

Il processo di arricchimento dei Solfuri prevedeva, invece, un trattamento di preconcentrazione per

sink-float DWP + flottazione, previo ciclo di frantumazione.

Sia l'impianto di frantumazione che quello di prearricchimento per sink-float era il medesimo utilizzato per i minerali Ossidati. L'unica variazione consisteva nel recupero dei materiali fini che dalla frantumazione, anziché essere inviati alla filtrazione, venivano inviati direttamente alla flottazione.

Con il trattamento di preconcentrazione per sink-float si eliminava gran parte dello sterile (float) che veniva venduto come inerte e il materiale utile (sink) veniva inviato prima alla macinazione e poi alla flottazione. La flottazione determinava la produzione di un unico concentrato (concentrato bulk costituito da Galena e da Blenda, che veniva inviato ad un addensatore, filtrato e trasportato all'impianto di Portovesme) e di un rifiuto che veniva pompato fino al bacino sterili. Nel 1976 l'impianto di flottazione esistente venne ristrutturato, cosicché la capacità aumentò fino a 1.500 t/g. Nel 1977 fu realizzato un nuovo impianto della capacità di 2.500 t/g.

Dalla fine del 1985 alla chiusura dell'attività mineraria, il processo di flottazione venne fermato in quanto fu raggiunto il colmo del bacino degli sterili e, a causa del disastro di Stava, non venne autorizzato dalle autorità competenti la realizzazione del nuovo bacino.

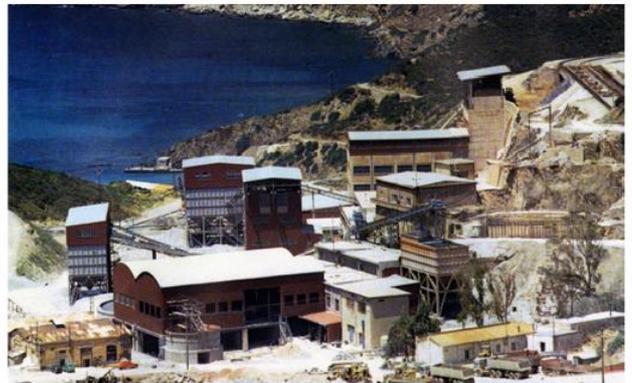
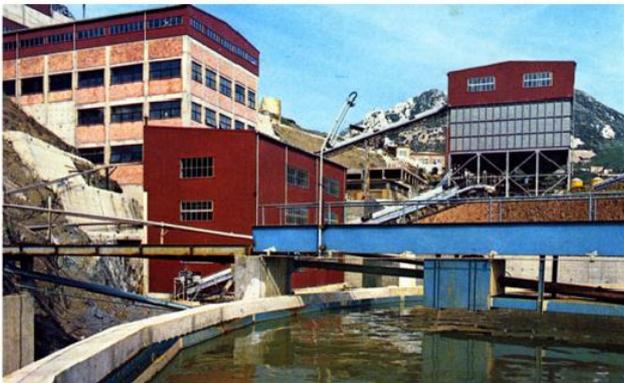
Il trattamento di elevate quantità di minerali grezzi provenienti dalle concessioni di Masua e limitrofe, ha prodotto notevoli quantità di sterili.

Attualmente a Masua si trovano diversi accumuli di materiali sterili, disposti a valle degli impianti ormai dismessi, riconducibili a quattro diverse tipologie di residui: fanghi provenienti dal trattamento dei grezzi Calaminari; fini mineralizzati; grezzi ossidati; granulati provenienti dall'impianto di prearricchimento. mentre a monte, in due grandi bacini, si trovano i fanghi di flottazione. Dalle analisi del 1984 risultava che le composizioni degli sterili fossero così distribuite:

_Piombo 0,20% _Zinco 0,55% _Ferro 0,70%
_Rame 0,01% _MgO 2,50% _SiO2 7,00% _S 0,97%.*

* Paolo Desogus, PhD

Trattamento Di Stabilizzazione-Solidificazione Mediante Leganti Idraulici e Additivi Applicato agli Sterili Mineralurgici: Il Caso Di Masua. Dottorato in Geoingegneria e Tecnologie Ambientali, Università degli Studi di Cagliari, 2011



1 i grandi serbatoi gialli, sullo sfondo e in primo piano i bacini degli sterili.
2 scorcio dell'impianto dismesso, sullo sfondo una discarica sopra il cimitero di Nebida.
3, 4 foto dell'impianto in attività negli anni '70.





PIETRE ed ERBE

Catalogazione degli elementi lapidei e vegetali raccolti
nel territorio di Masua.
Fase di conoscenza e analisi percettiva.



STRATIGRAFIA

Le mineralizzazioni piombo zincifere del gruppo miniere di Masua sono comprese nella formazione calcarea dolomitica del Cambrico sardo. Nel settore Nebida-Masua-Acuqaresi affiorano tutti i termini della serie sedimentaria cambrica la cui successione normale è costituita, dal basso verso l'alto, dalle seguenti formazioni:

FORMAZIONE ARENARIE

Si tratta di un complesso in prevalenza detritico e subordinatamente carbonatico, ben stratificato, nel quale sono stati distinti due membri:

il membro inferiore, di cui non si conosce lo spessore totale, è formato da una successione piuttosto monotona ed uniforme di argilliti, siltiti ed arenarie fini.

Il membro superiore, la cui potenza è circa 700 metri, è costituito da un'alternanza più o meno regolare di arenarie quarzose feldspatiche a cemento argilloso siliceo e argilloso calcareo, con subordinate intercalazioni di argilliti, siltiti, e scisti arenacei.

La parte alta del membro superiore è costituita da abbondanti intercalazioni di strati, banchi e lenti di calcari e dolomie.

FORMAZIONE DI GONNESA

Comprende dal basso verso l'alto:

Dolomia rigata: è costituita da dolomie primarie in strati spesso ben definiti in media di 10-20 cm, ogni strato presenta una marcata alternanza di lamine chiare e scure dovute a deposizione biogenica. La potenza di questo membro va dai 15 ai 70 metri.

Dolomia grigia massiva: è costituita prevalentemente da una dolomia calcarea con noduli e venette quarzose, poca ematite diffusa e livelletti sabbiosi non stratificata e del tutto priva di resti organici.

Il limite inferiore è molto irregolare e si presenta con una potenza variabile da un minimo di 200 a un massimo di 900 metri.

Calcarea ceroidale: lateralmente le dolomie grigie passano per eteropia al calcarea ceroidale, costituito da calcari compatti a grana fina a molto fina, generalmente di colore bianco ceruleo e privi di resti organici. Sono calcari chimicamente quasi puri, se si escludono le presenze di solfuri ed ematite. Caratteristica è la presenza di qualche nodulo isolato di quarzo e, localmente, di barite.

Il calcarea ceroidale affiora con una potenza variabilissima che va da qualche decina fino a 500 metri; si presenta spesso come un calcarea compatto pur presentandosi in generale in strati con potenza media che si aggira sui 20-50 cm con interposte, nei giunti, lamine molto frequenti di sostanza argillosa ematica rossastra, probabilmente per infiltrazione tardiva dai soprastanti depositi ematici oppure per deposizione ritmica.

Compare in questo membro un calcarea grigio irregolarmente distribuito e difficilmente separabile. Si tratta di un calcarea scuro bluastro, contenente probabilmente resti organici e spesso cristalli di pirite, si distingue ulteriormente dal ceroidale per la grana, che va da fine a grossolana.

Lembi più o meno vasti dei calcari ceroidali sono stati interessati da un processo di dolomitizzazione secondaria, ben riconoscibili a prima vista per il loro colore, da cui è derivato appunto il nome di dolomia gialla. Si tratta di una dolomia epigenetica lievemente ferruginosa giallo-bruno marrone, di grana assai variabile, ma generalmente grossa. Le condizioni di giacitura e in parte la tessitura, a tratti spugnosa, di questa roccia, ne dimostrano l'origine decisamente epigenetica.

FORMAZIONE DI CABITZA

È costituita dal basso verso l'alto da due membri: Calcari modulari: è formato da sottili letti calcarei e argillosi tra loro alternati; spesso vi si nota una tessitura di aspetto scistoso dovuta solo localmente ad effetti meccanici. Lo spessore, molto vario, supera solo raramente i 30 metri; in questo settore è comunque parzialmente assente per probabile riduzione tettonica.

Scisti di cabinata: sono costituiti da una fitta alternanza di argilloscisti e siltiti varicolori, da grigio-verdi a rossastri in superficie e grigio-neri in profondità. Essi mostrano generalmente un'accentuata sintonizzazione; i piani di scistosità si mostrano più o meno trasversali alla stratificazione, nei pochi casi in cui quest'ultima è visibile.

Sono ulteriormente caratterizzati da filoncelli e nuclei di quarzo bianco ad andamento molto irregolare, di probabile origine dia genetica che si accentuano soprattutto dove la stratigrafia è stata più intensamente deformata. Lo spessore di questo membro è valutabile mediamente intorno ai 300 metri.



-
- 1 Argillite di colore rosso
 - 2 Calcare ceroide di Masua
 - 3 Dolomia gialla**
 - 4 Puddinga di Nebida
 - 5 Scisti arenacei
 - 6 Scisti grigio-verdi di Cabitza

AMBIENTI MINERARI RELAZIONI LITOMORFOLOGICHE-VEGETAZIONALI

Insieme agli interventi di recupero e valorizzazione del patrimonio, la gestione dei siti minerari abbandonati prevede anche importanti opere di risanamento ambientale. Infatti, malgrado il loro grande valore storico e culturale, le aree estrattive dismesse rappresentano un serio problema ambientale, in parte per le gravi ferite prodotte sul paesaggio, ma soprattutto per la presenza di materiali di scarto abbandonati in discariche grandi e piccole, di cui la Sardegna sud-occidentale appare oggi disseminata e che, in molti casi, costituiscono una seria fonte di rischio per la salute ambientale dei territori circostanti.

Le tipologie di questi materiali sono estremamente varie: sterili di miniera e di laveria, fanghi di decantazione ed elettrolisi, spesso eterogenei per composizione chimica e granulometria.

Le discariche di sterili sono per lo più costituite da materiali grossolani che non hanno subito alcuna trasformazione dopo il processo di estrazione. Hanno una composizione chimica e tenori in metalli generalmente vicini a quelli delle rocce incassanti e, conseguentemente, il loro potenziale inquinante può risultare paragonabile a quello del fondo geochimico naturale. I depositi di scorie e fanghi derivati dai procedimenti industriali (mineralurgici e metallurgici) costituiscono invece pericolose fonti di inquinamento per i territori circostanti, in primo luogo per le acque, sia superficiali che profonde, ma anche per i suoli e, indirettamente, per le attività agricole e pastorali.

In entrambi i casi l'inquinamento deriva principalmente dai processi di ossidazione dei solfuri, come la galena e la blenda, che producono una forte acidificazione del substrato rilasciando zinco e piombo liberi. Sono spesso presenti altri pericolosi inquinanti come mercurio, arsenico, cadmio, cromo, etc. Negli ultimi decenni la complessità della problematica ha portato all'interessamento di numerosi ricercatori, che ne hanno studiato gli effetti sulle componenti ambientali dei territori circostanti

(Aru, 1993; Di Gregorio & Massoli Novelli, 1988), con particolare attenzione alla chimica delle acque superficiali (Fanfani et al., 1995, 2000) e di quelle sotterranee (Cidu et al., 2001; Cidu & Fanfani, 2002).

Malgrado i depositi di materiali derivati dalle attività estrattive rappresentino un substrato inospitale per la maggior parte delle piante, esiste una flora capace di colonizzare queste superfici e di dare vita a comunità vegetali di vario tipo, le cui caratteristiche dipendono dalla composizione e dalla granulometria dei materiali, così come da fattori microtopografici.

Dal 2000 sono stati condotti numerosi studi geobotanici sugli habitat minerari, analizzando la flora e gli aspetti vegetazionali pionieri che si instaurano sui differenti substrati derivati dalle attività estrattive. Nel corso degli anni, man mano che attraverso tali ricerche si approfondivano le conoscenze di base, gli studi si sono orientati su aspetti di maggiore interesse applicativo. Questi ultimi si sono attuati attraverso le sperimentazioni in vivaio e in laboratorio sulle tecniche di propagazione delle piante metallo-tolleranti, sui loro limiti di tolleranza e sulle loro capacità di estrarre dal terreno e accumulare nei propri tessuti i metalli tossici (Casti et al., 2005).

Le indagini condotte sui siti minerari dismessi del Sulcis-Iglesiente hanno finora consentito il rinvenimento di 328 unità tassonomiche (specie, sottospecie e varietà) sui substrati direttamente derivati dalle attività estrattive. In particolare, per il distretto minerario di Montevecchio si è potuto osservare che, su 373 taxa presenti nel territorio, 181 crescono anche sulle discariche e sui bacini minerari. Per l'area vasta della Valle di Iglesias questo valore è pari a 275 su 548.

Da ciò si può vedere come circa la metà delle entità floristiche presenti nei territori che circondano le aree minerarie risultino capaci di crescere su substrati inospitali e contaminati. Alcune di queste si ritrovano solo sporadicamente e in terreni solo moderatamente inquinati, altre riescono a insediarsi nelle situazioni maggiormente compromesse, dove possono formare popolamenti consistenti per estensione e copertura vegetale.

Una particolare caratteristica della flora delle discariche minerarie è l'elevato numero di endemismi che mostrano particolari capacità nel colonizzare questi ambienti.

Gli studi fitosociologici (Angiolini & Bacchetta, 2003; Angiolini et al., 2005) hanno finora consentito di individuare complessivamente 25 comunità vegetali ascrivibili a 6 differenti classi fitosociologiche. La varietà di formazioni osservata riflette da un lato la grande variabilità nella composizione dei materiali depositati e nelle differenti situazioni microtopografiche, dall'altro è dovuta al differente significato dinamico delle comunità vegetali. Queste possono infatti avere le caratteristiche di popolamenti pionieri, oppure di formazioni capaci di subentrare in questi ambiti solo in un secondo tempo, dopo che la presenza delle prime ha permesso l'avvio dei processi di formazione di un vero e proprio suolo. Gli studi vegetazionali hanno quindi consentito di comprendere le relazioni che intercorrono tra le differenti tipologie vegetazionali presenti sulle discariche minerarie e le caratteristiche dei siti (tipo di materiale, granulometria, microtopografia, intervallo di tempo trascorso dalla dismissione, etc.). Oltre a ciò è stato possibile ricavare informazioni sui processi di colonizzazione dei substrati contaminati da parte delle comunità e la loro evoluzione verso le formazioni più mature non legate agli ambienti minerari.

Le funzioni che le piante possono assolvere nel recupero e nella bonifica dei siti degradati sono molteplici:

La copertura vegetale svolge una funzione di miglioramento estetico e paesaggistico, per questo motivo mitiga efficacemente l'impatto visivo.

Sui versanti soggetti ad erosione o dissesti, come quelli costituiti dalle discariche minerarie, gli apparati radicali trattengono e consolidano il substrato, mentre le parti aeree attenuano l'azione meccanica delle acque meteoriche.

Sui substrati inquinati le piante consentono anche i processi di fitostabilizzazione degli inquinanti, in parte per la suddetta azione di trattenimento del terreno, in parte perché consentono lo sviluppo di microrganismi capaci di assimilare i metalli pesanti.

Su substrati inquinati da metalli pesanti si rinvengono spontaneamente entità vegetali capaci di comportarsi come bioaccumulatori o iperaccumulatori. Queste piante hanno la capacità di estrarre dal terreno significative quantità di metalli e immagazzinarle nei tessuti.

tratto da: AMBIENTI MINERARI DELLA SARDEGNA
www.igeaminiere.it



-
- 1 Limi mineralizzati,
 - 2 Sabbie calaminari con *Scipoides holoschoenus*
 - 3 limi mineralizzati con *Juncus effusus*
 - 4 sfridi rocciosi con piante pioniere che formano una gariga mediterranea
 - 5 limi e sabbie calaminari con *J. effusus* e *S. holoschoenus*
 - 6 sfridi rocciosi colonizzati da gariga di Euforbia in fiore e Cisto



-
- 1 Asfodelo
 - 2 Cisto
 - 3 Rosmarino
 - 4 Ferula
 - 5 *Limonium merxmülleri*
 - 6 *Scrophularia canina*

UN PROGETTO PER MASUA

Parco di sperimentazione botanica per la fitodepurazione dei terreni contaminati da metalli pesanti e scarti minerali in coesistenza con un percorso museale alla scoperta dell'attività mineraria e degli endemismi floristici del bacino minerario del metallifero



Il progetto prevede un duplice livello di sviluppo: quello degli interventi strutturali necessari alla realizzazione del centro per le ricerche botaniche, all'organizzazione di percorsi e al recupero di alcuni edifici per attività museali, e un livello temporale del progetto di bonifica, legato al tempo fisiologico di crescita della vegetazione.

Il cuore dell'ex area mineraria, dove si trovavano i macchinari per il trattamento, diventa il nuovo cuore del progetto, con i laboratori, la serra acquatica e i campi di acclimatazione.

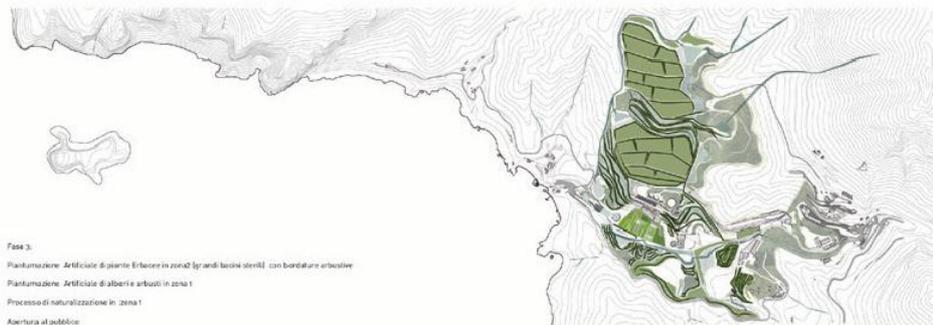
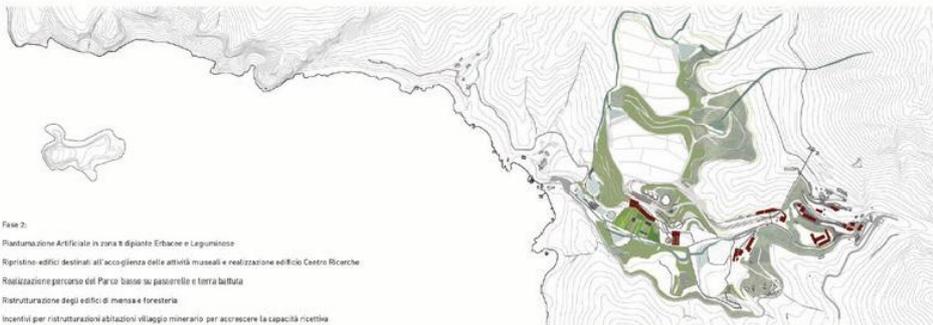
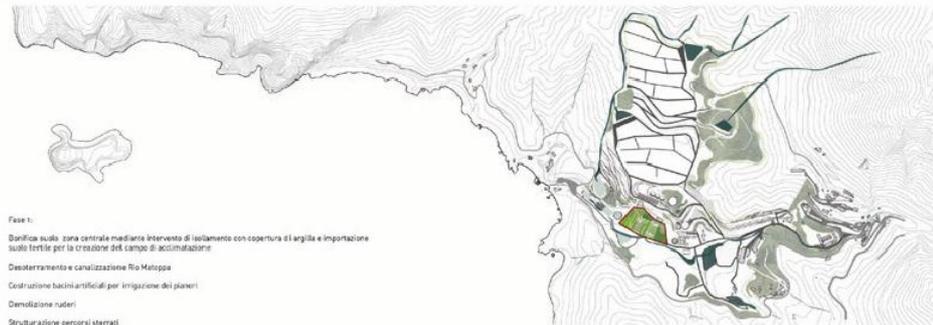
I pendii che portano ai due grandi bacini degli sterili da flottazione vengono rivegetati con piante erbacee, arbustive e arboree, così come le discariche degli sterili su cui praticelli pionieri hanno già fatto comparsa.

Le piante acclimate nel campo centrale vengono messe a dimora nei grandi bacini che sono suddivisi secondo la pratica trama dei seminativi agricoli. Tre bacini indrici artificiali servono all'irrigazione dei pianori e delle scarpate.

Mentre la parte alta del parco aspira nel tempo a una condizione di mimesi del paesaggio circostante, la parte bassa fa memoria dell'identità mineraria. Gli accumuli degli sterili grezzi, simili a pietraie velenose, saranno ricolonizzati a fatica dalla vegetazione. Qui percorsi su passerelle lignee permettono un passaggio veloce e una discesa verso i bacini dei limi che sono rivegetati a piante acquatiche per la depurazione.

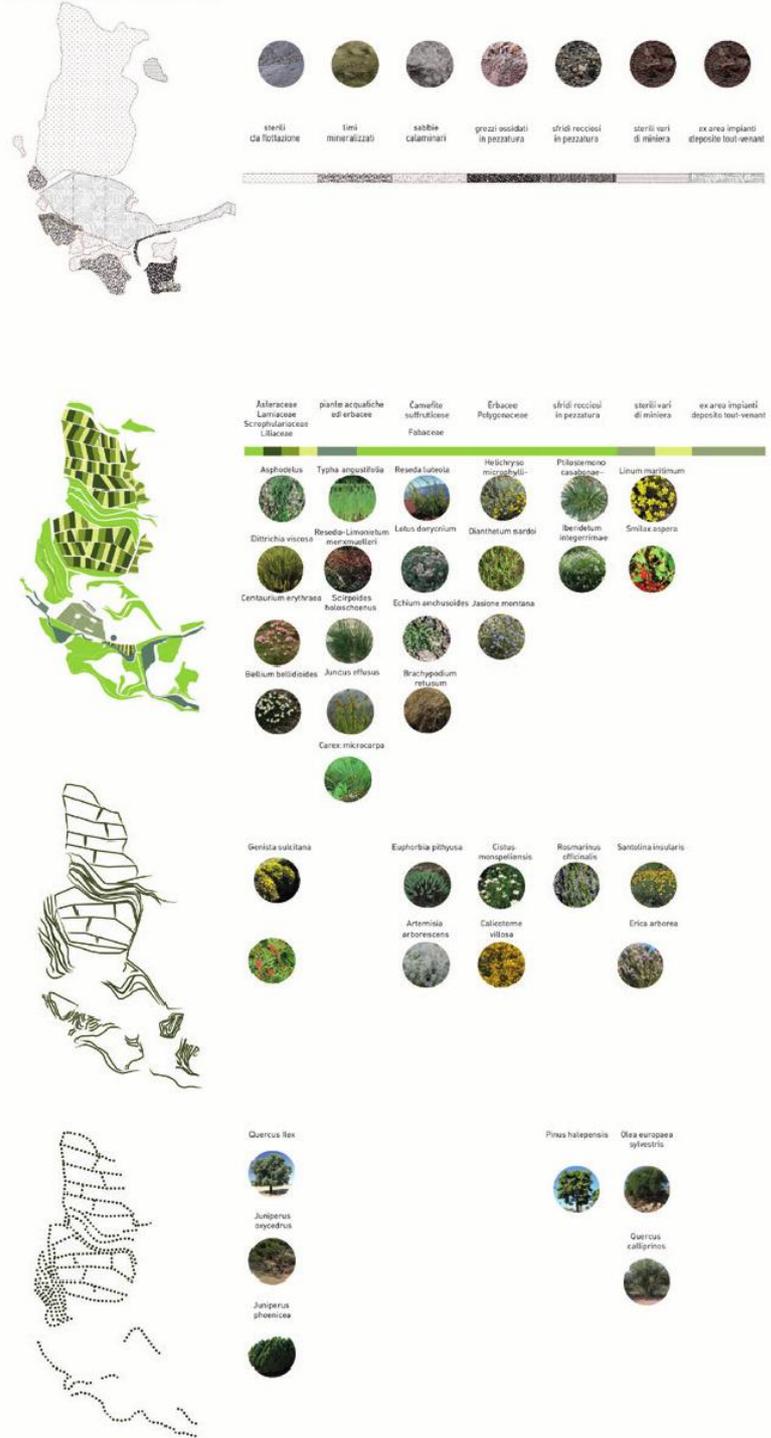
Il percorso nel parco continua per illustrare la storia del lavoro in miniera con un percorso in Galleria Ornella sul treno Parkano e con una passeggiata lungo la costa fino alla galleria che porta al sito di Porto Flavia.





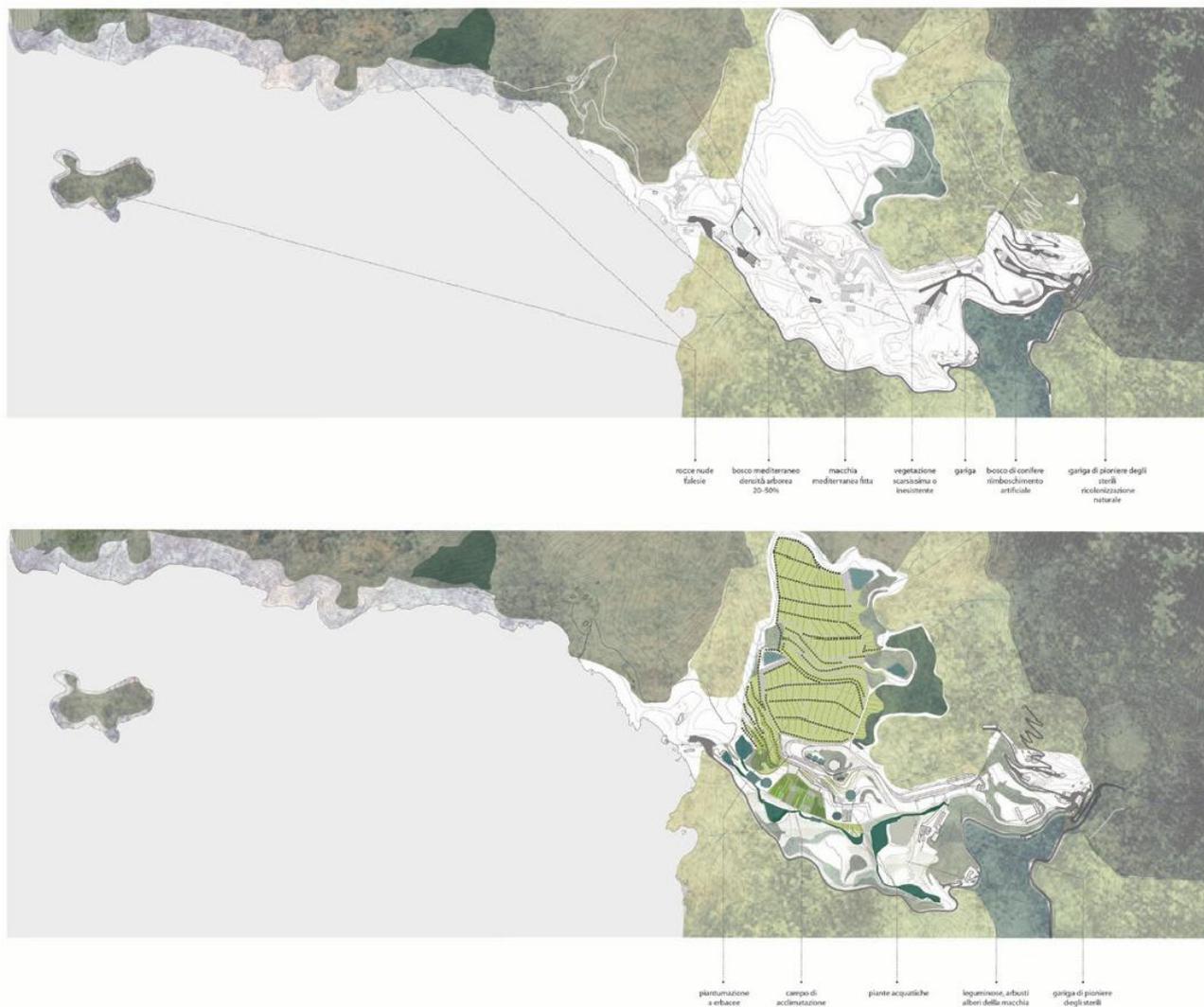
Phasing dello sviluppo della vegetazione di progetto

LITOMORFOLOGIA E VEGETAZIONE



Abaco degli elementi vegetazionali di progetto in relazione alla composizione litomorfológica degli sterili di Masua

SISTEMA DELLE CONSISTENZE VEGETALI



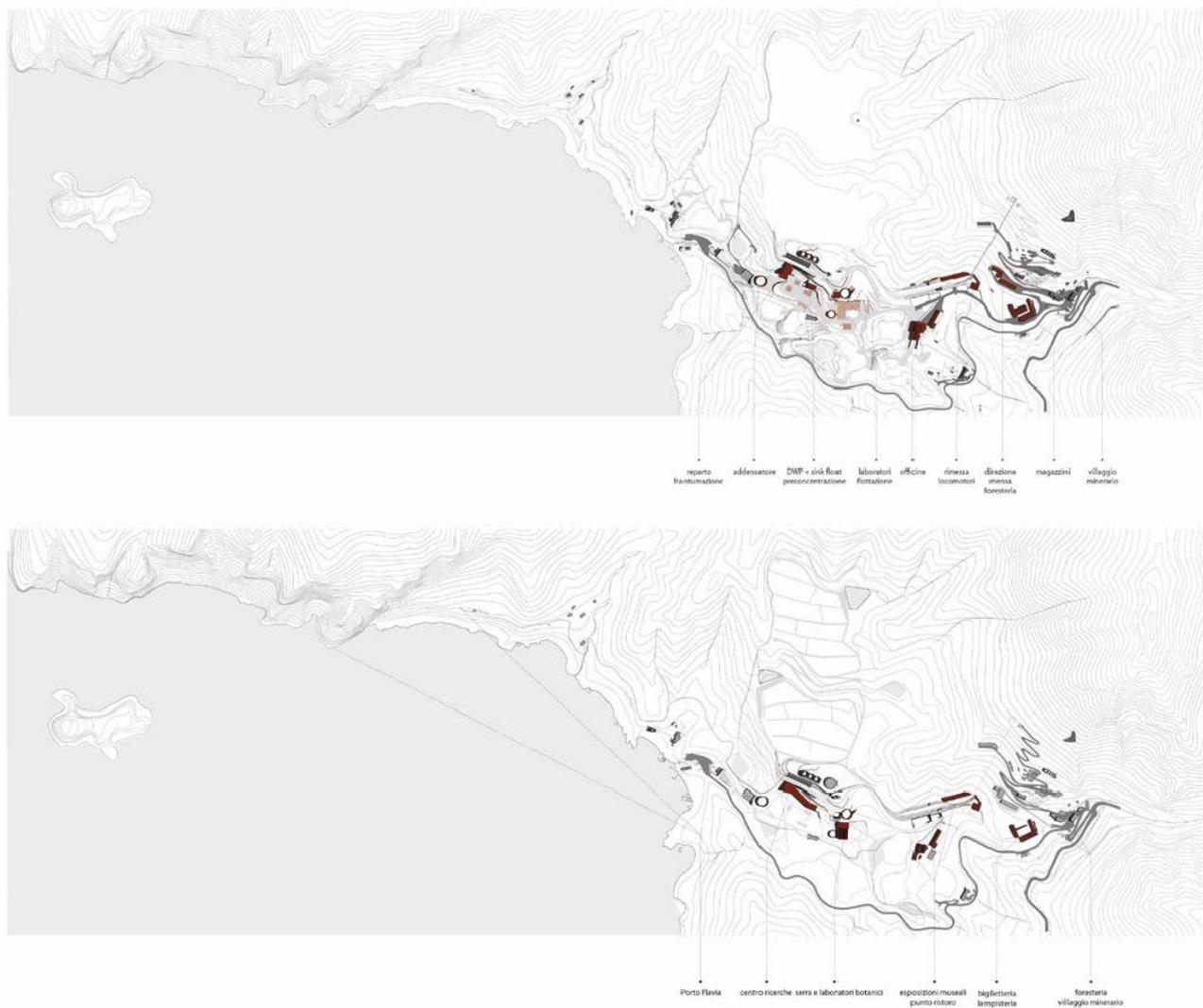
Schema di confronto delle consistenze vegetali prima del progetto e a progetto ultimato

SISTEMA DELLE ACQUE



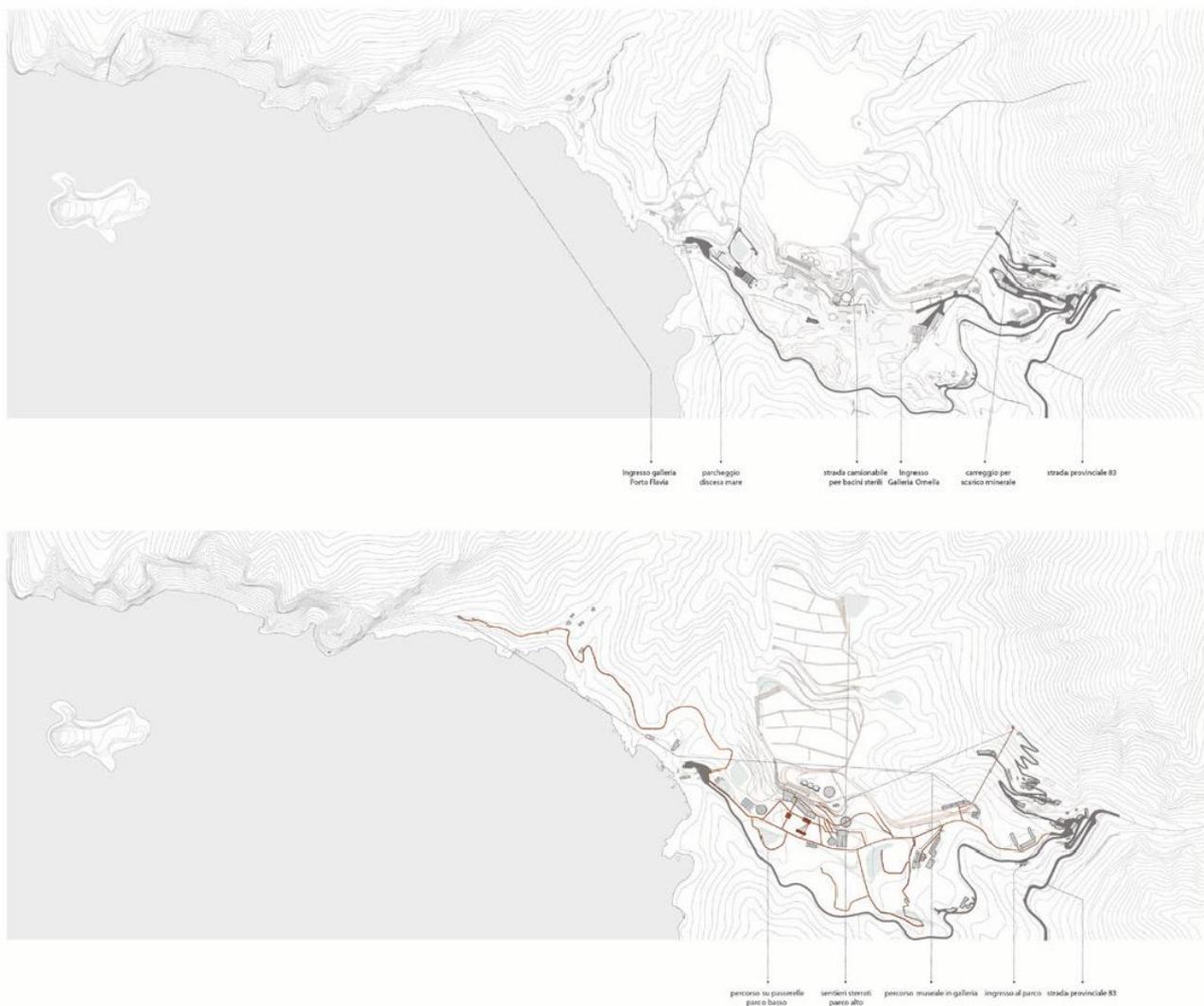
Schema di confronto del sistema degli elementi idrici prima e dopo.

SISTEMA DELLE CONSISTENZE EDILIZIE

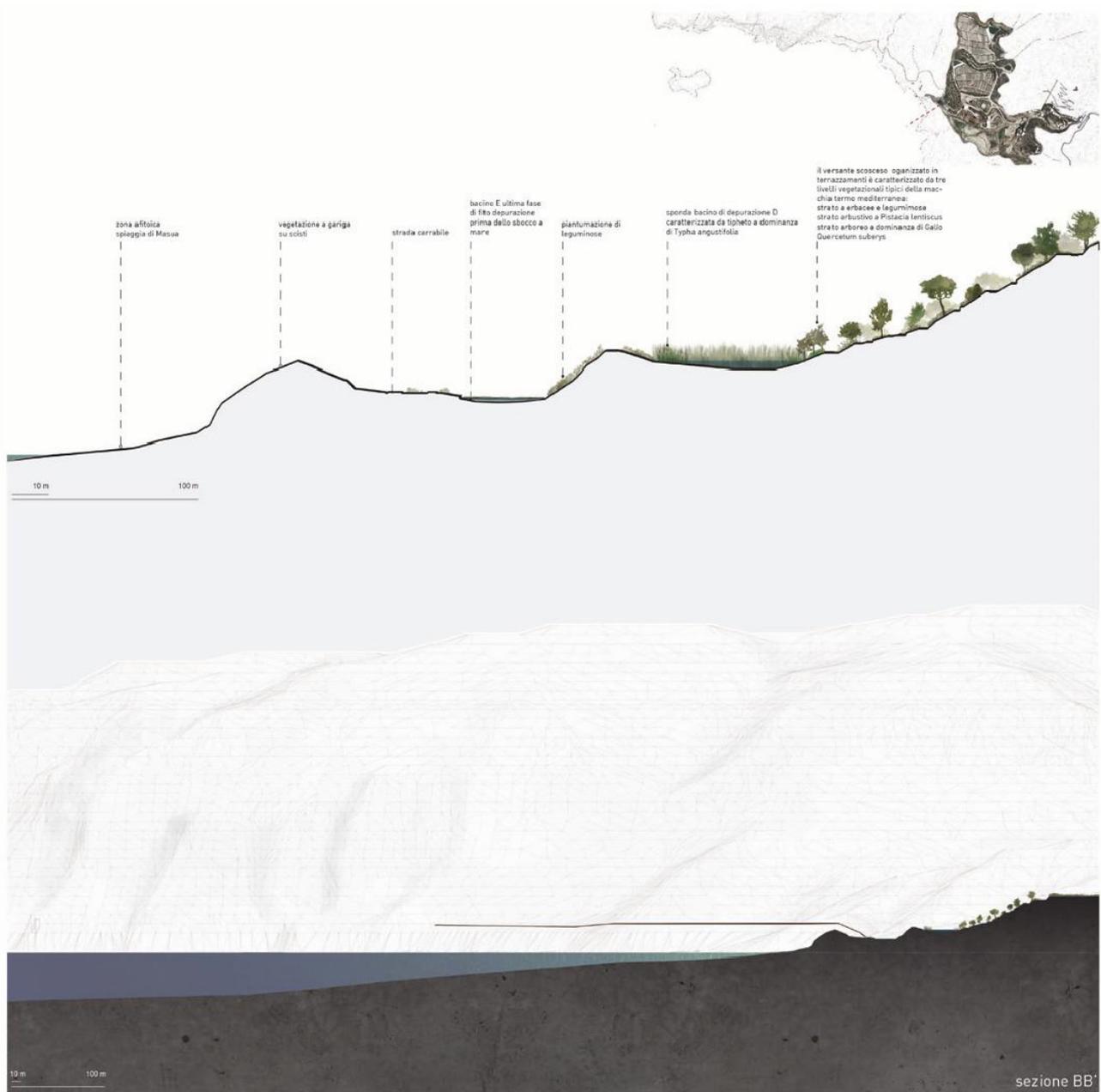


Schema di confronto degli edifici prima e dopo

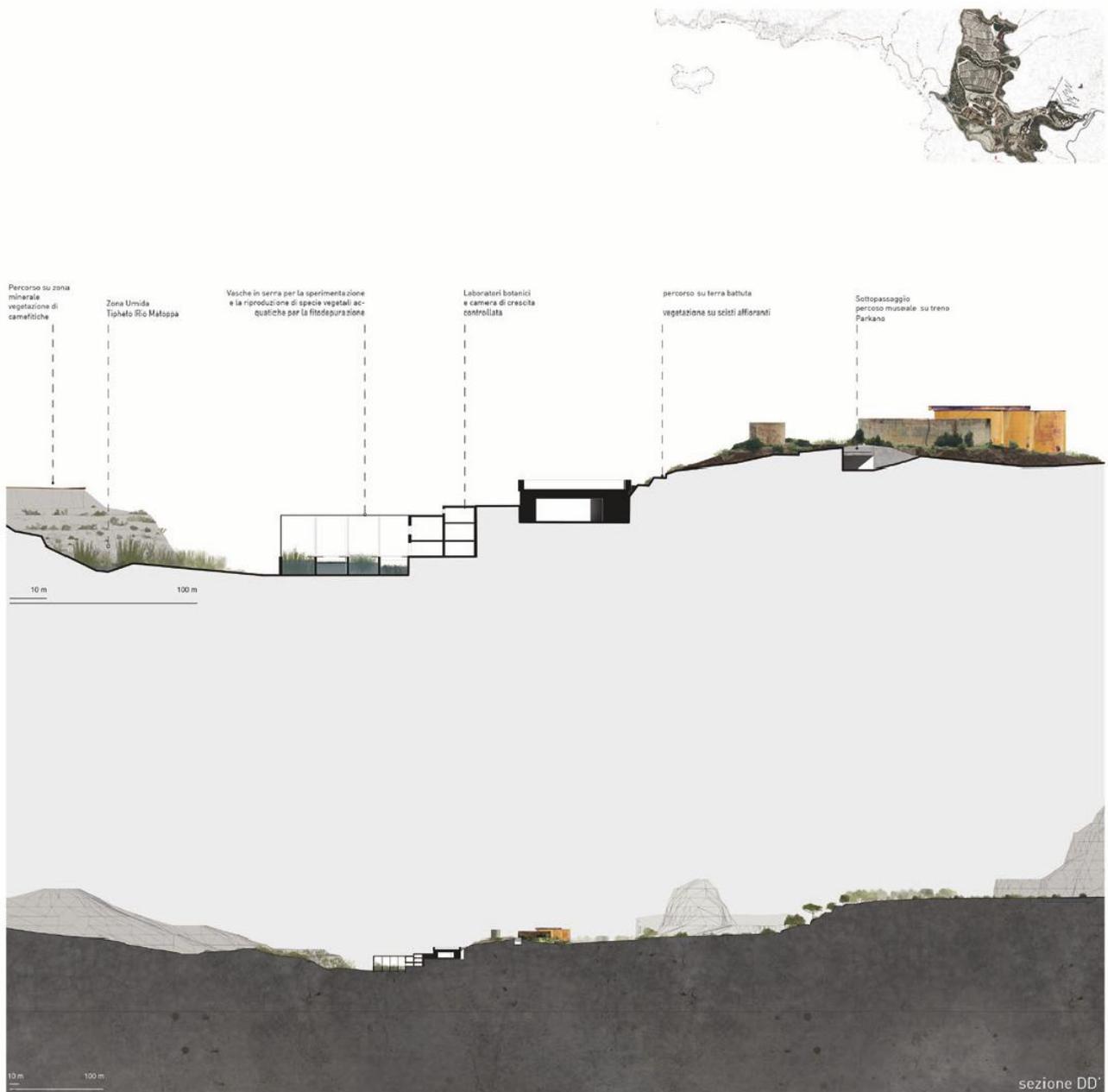
SISTEMA DEI PERCORSI



Schema di confronto dei percorsi prima e dopo.



Sezione BB' trasversale.
In basso scala 1:2.000;
in alto dettaglio in scala 1:500 del progetto di rivegetazione del pendio e dei bacini di depurazione



Sezione DD' trasversale.

In basso scala 1:2.000 ;

in alto dettaglio in scala 1:500 dettaglio da sx: rivegetazione dell'accumulo a sabbie calaminali, della zona umida del canale Matoppa, la serra a vasche per la sperimentazione sulle piante acquatiche e i percorsi pedonali tra i serbatoi.

Bibliografia, sitografia e fonti

- Piano Paesaggistico Regionale, RAS, 2006
- Piano di Bonifica delle Aree Minerarie Dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, Quadro conoscitivo storico-ambientale.
Regione Autonoma della Sardegna Assessorato della Difesa dell'ambiente
- Piano di Bonifica delle Aree Minerarie Dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, Quadro conoscitivo storico-ambientale, RAS, 2008
- Linee guida per la caratterizzazione e la bonifica delle aree minerarie dismesse, RAS, 2009
- Piano Bonifica Siti Inquinati, RAS, 2003
- Piano Forestale Regionale, RAS, 2007
- Programma Sviluppo Regionale 2010-2014
- Programma Specifico di Dettaglio Rio S. giorgio, Igea, RAS, 2005
- Le Industrie Estrattive In Sardegna - Analisi Economica E Strutturale, Osservatorio Economico della Sardegna, 2007
- Gabriele D'Annunzio, "Masua", in *Cronaca Bizantina*, Roma, 1 giugno 1882
- Luciano Ottelli, *Monteponi*, Carlo Delfino Editore, Sassari 2010
- E. Battisti e S. Crotti, " Note sulla lettura del paesaggio antropogeografico", in *Edilizia Moderna* fasc. 87-88, marzo 1966
- H. Armstrong, *Time, Dereliction and Beauty*, IFLA Conference Papers May 2006
- N.Kirkwood, *Manufactured Sites. Rethinking the Post-Industrial Landscape*, Taylor & Francis, 2001
- E.Turri, *Il paesaggio come teatro: dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, 2006
- F.Farinelli, *Geografia*, Einaudi, 2003
- G.Clément, *Giardini, paesaggio e genio naturale*, Quodlibet, 2013
- G.Strang, *Infrastructure as Landscape, Landscape as Infrastructure*, UC Berkeley, 1996
- Unter freiem Himmel: Emscher Landscape Park*, Birkhäuser GmbH, 2010
- Ammentu, *Bollettino Storico, Archivistico e Consolare Del Mediterraneo*, 2013
- «Archivi», V/2, lug.-dic. 2010
- P. Bartolini, *Miniere E Metalli nella Sardegna Fenicia e Punicia*
- L.Coccia, M. D'Annunziis, *Paesaggi Postindustriali*, Quodlibet, 2008
- N. Kirkwood, *Principles of Brownfield Regeneration*, Island Press, 2010
- G. Bacchetta, M. Casti, L. Mossa, M.I. Piras, *La flora del distretto minerario di Montevecchio (Sardegna sud-occidentale)*, Webbia 2007
- G. Bacchetta, *Flora vascolare del Sulcis (Sardegna Sud-Occidentale, Italia)*
- C. Angiolini, G. Bacchetta, S. Brullo, M. Casti, G. Giusso Del Galdo, R. Guarino, *The vegetation of mining dumps in SW-Sardinia*, 2005
- P.Desogus, *Trattamento di stabilizzazione-solidificazione mediante leganti idraulici e additivi applicato agli sterili mineralurgici: il caso di Masua*, Dottorato in Geingegneria e Tecnologie Ambientali, Università degli Studi di Cagliari, 2011
- <https://www.regione.sardegna.it>
<http://www.sardegnaageoportale.it>
<http://www.parcogeominerario.eu>
<http://www.globalgeopark.org>
<http://www.minieredisardegna.it>
<http://www.mineral-forum.com>
<http://www.coe.int>
<http://www.ilpaesaggio.eu/>
<http://www.actaplantarum.org>
<http://www.ccb-sardegna.it>
- Le foto storiche e le carte storiche sono state gentilmente concesse dall'Archivio Storico Minerario Igea S.p.A